جمهورية مصر العربية
وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة

سخانات المياه
(الكهربائية - الغازية - الشمسية)



جمهورية مصر العربية
وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة







جمهورية مصر العربية
وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة

سخانات المياه

(الكهربائية - الغازية - الشمسية)

د.م / كاميليا يوسف محمد
مشروع تحسين كفاءة الطاقة للإضاءة و الأجهزة المنزلية
يناير ٢٠١٧

مقدمة

لقد تغيرت الرؤية العالمية خلال السنوات الأخيرة من مفهوم التنمية الشاملة المجردة إلى مفهوم التنمية المستدامة التى تؤكد على الاستغلال الأمثل للمصادر المتاحة مع حفظ حق الأجيال القادمة فى تلك المصادر، مما يتطلب إستخدام أساليب تقنية حديثة ذات كفاءة عالية لتحقيق أقصى إستفادة بأقل قدر ممكن من الطاقة.

وقد بدأت مصر على المستوى الوطنى تنتهج هذا النهج وظهر ذلك جلياً فى إطلاق استراتيجية التنمية المستدامة: رؤية مصر 2030 بأبعادها الثلاثة الإجتماعية والإقتصادية والبيئية والتى تشتمل على عشرة محاور رئيسية منها محور الطاقة والذى ترتكز رؤيته على تلبية كافة متطلبات التنمية الوطنية المستدامة من موارد الطاقة وتعظيم الاستفادة الكفوؤة من مصادرها المتنوعة)تقليدية ومتجدّدة) بما يؤدي إلى المساهمة الفعالة في تعزيز النمو الاقتصادي والتنافسية الوطنية والعدالة الاجتماعية والحفاظ على البيئة مع تحقيق ريادة في مجالات الطاقة المتجدّدة والإدارة الرشيدة والمستدامة للموارد.

وقد قام قطاع الطاقة فى مصر من خلال وزارتى البترول والكهرباء بأخذ زمام المبادرة حيث تم تحديث استراتيجية قطاع الطاقة حتى 2035 لتتواكب مع تلك التوجهات وتم إعتماد الإستراتيجية وإختيار السيناريو الأنسب ليكون هو الأساس والمرجعية لتخطيط الطاقة بمصر والذى يتضمن تعظيم مشاركة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة لتصل نسبتها إلي 37.2% بالإضافة إلى تشجيع أنشطة كفاءة الطاقة لتحقيق وفورات من الطاقة بحلول عام 2035 تصل إلى 18% عنها عام 2010.

لذا برزت أهمية العمل على ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في مختلف قطاعات الدولة، حيث بينت التجارب والخدمات المكتسبة توافر امكانيات كبيرة لتحسين كفاءة إستخدام الطاقة في مختلف الأنشطة.

وقد أولت مصر في السنوات الأخيرة اهتماماً متزايداً بتحسين كفاءة الطاقة والدفع بإستخدام الطاقات المتجددة في كافة القطاعات وتطبيق عدد من المبادرات الرئيسية.

وفي إطار الجهود المبذولة لإستخدام منتجات أكثر كفاءة للطاقة فقد صدر عدد من المواصفات القياسية المصرية لكفاءة الطاقة، لبعض الأجهزة المنزلية كما صدر قرار وزاري بإلزام المنتجين والمستوردين بلصق بطاقات كفاءة الطاقة على أجهزة التكييف والثلاجات والغسالات والسخانات وأنظمة الإضاءة بالإضافة إلى التحول إلى إستخدام تكنولوجيا لمبات الليد بمجال الإضاءة.

كما تعد الطاقة الشمسية في مصر مصدراً هاماً من مصادر الطاقة المتاحة فى أغلب أوقات السنة كأحد مصادر الطاقة المتجددة لجميع الإستخدامات والأغراض، كما أنها صديقة للبيئة حيث لا تمثل تكنولوجيات إستخدامها أي أثر سلبي على البيئة.

وتعتبر السخانات الشمسية من أهم تطبيقات الطاقة الشمسية ذات العائد الاقتصادي الهادف وتستخدم في تسخين المياه بالقطاعات السكنية والصناعية والتجارية والزراعية وذلك للمساهمة في حماية البيئة من انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى، كما أن السخان الشمسي يوفر للمستخدم له أكثر من 75% سنويا من حاجته من المياه الساخنة ويوفر فى إستهلاك الكهرباء مقارنة بالوسائل الأخرى لتسخين المياه ، وتعتبر تطبيقات السخانات الشمسية على إختلافها وتنوعها صديقة للبيئة ، وهى بسيطة في تركيبها وصيانتها وفكرة عملها.

كما إهتمت وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة بتدريب وتثقيف وتنمية وبناء قدرات المهندسين والفنيين فى الموضوعات المتعلقة والمرتبطة بالكهرباء والطاقات المتجددة ومن هذا المنطلق كان هذا الكتيب " سخانات المياه " كأحد الإصدارات الموجهة للعاملين والمهتمين بهذا المجال ويتناول الكتيب : سخانات المياة (الكهربائية - الغازية - الشمسية) ، المميزات والعيوب ، فكرة العمل ، المكونات ، تقدير حجم السخان ، المواصفات الفنية.

أدعو الله ان يساعد هذا الكتيب فى توصيل الرسالة الموضوع من أجلها لجميع المهتمين والعاملين بهذا المجال على إمتداد مصرنا الغالية.

والله ولى التوفيق.

د. م. / محمد موسى عمران
وكيل أول وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة
للبحوث والتخطيط ومتابعة الهيئات

مقدمة

تعتبر المياه الساخنة أساسية بالمدن والقري وذلك للعديد من الإستخدامات الصناعية مثل : الأغذية ، الورق ، والأدوية ، والغزل والنسيج ، والخدمية مثل: الفنادق والمستشفيات ، وبجميع المساكن. ومن الشائع الحصول علي المياه الساخنة بإستخدام سخانات المياه الكهربائية (التقليدية أو الفورية) وسخانات المياه بالغاز الطبيعي.....

ونظرا لتناقص الوقود الأحفوري بالإضافة الى الآثار البيئية الناتجة من إستخدام هذه المصادر ظهرت الحاجه لمصادر جديدة للطاقة ، وبدأت إستخدامات الطاقة المتجددة تزداد في الآونة الأخيرة نظراً للفوائد الإيجابية المصاحبة لتلك الإستخدامات بيئياً وإقتصادياً وعلي المستوي القومي ، وكان إستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من أهم الإتجاهات المستخدمة في هذا المجال .

وتعتبر الطاقة الشمسية هي مصدر الطاقة المتجددة غير المنتهية في حياة الإنسان، حيث يمكنها أن تزود العالم بالطاقة التي يحتاجها .

تعتبر تقنية تسخين المياه بالطاقة الشمسية حالياً هي التقنية البالغة الأهمية والملائمة للبيئة والتي اكتسبت اهتمام في الكثير من بلدان العالم .

يعتبر تسخين المياه هو أهم تطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية ويتم تصميم سخانات المياه الشمسية للإستخدامات المنزلية بحيث توفر 100% من المياه الساخنة المطلوبة خلال فصل الصيف و 70% - 80% من المياه الساخنة المطلوبة خلال السنة .

ونظرا لأهمية إستخدامات المياه الساخنة كان هذا الكتيب والذي يحتوي علي فكرة وعمل ومميزات وعيوب أنواع السخانات :

- سخانات المياه الكهربائية (التقليدية- الفورية).
- سخانات المياه بالغاز الطبيعي.
- سخانات المياه بالطاقة الشمسية.

والذي أتمني أن يكون دليلاً لإستخدام تلك الأنواع وأن يكون مناسباً ومساعداً لجميع المهندسين والفنيين المرتبطة أعمالهم بموضوع سخانات المياه .

الحمد لله في الأولي والآخرة .

دكتور مهندس / إبراهيم يس محمود

المحتويات:

سخانات المياه

(كهربائية – غازية – طاقة شمسية)

خلفية :

تعتبر المياه الساخنة اساسية لكثير من الأنشطة لأنها تستخدم فى أغراض متعددة فى المدن والريف ، وتكون درجة حرارة المياه المطلوبة بين 50 ^{0}م، 60 ^{0}م ، من هذه الأنشطة :

· الصناعات مثل : الغزل والنسيج ، الأوراق ، الأدوية ، الأغذية ، منتجات الألبان ، التجفيف ، زيت الطعام ،....

· المبانى الخدمية مثل : الفنادق ، المستشفيات ،....

· مبانى التجمعات السكنية.

ففى جميع الاوقات صيفاً وشتاءاً يحتاج الانسان الى المياه الساخنة لإستخدامها فى العديد من الأغراض الأساسية للحياة ، تطورت وسائل الحصول على المياه الساخنة كالآتى :

- تسخين المياه بوضع إناء مباشرة على النار.
- تسخين المياه بالكهرباء أو بالغاز الطبيعى.
- تسخين المياه بالطاقة الشمسية.

تطورت سخانات المياه الشمسية تطوراً سريعا حيث أن :

• فى عام 1896 أنشأ أول سخان للمياه عبارة عن خزان أسود اللون (صندوق خشبى) مركب على سقف ، فى كيمب كلارنيس فى بالتيمور ، الولايات المتحدة الامريكية.

• فى عام 1920 أستخدمت الواح جوامع مسطحة لتسخين المياه بالطاقة الشمسية فى ولاية فلوريدا وكاليفورنيا الجنوبية.

· بعد عام 1960 ظهر الاهتمام بأنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسة فى أمريكا الشمالية وصاحبها إهتمام وتطور التكنولوجيا في كل من اليابان وأستراليا من حيث الإبداع الفنى وتحسين الأداء وسهولة الإستخدام لهذه الانظمة.

· أصبح إستخدام سخان المياه الشمسى هو القاعدة الأساسية فى البلدان التى لديها وفر من الأشعة الشمسية ، مثل بلدان البحر الابيض المتوسط واليابان والنمسا.

· إكتسبت الصين شهرة عالية فى إستخدام أنظمة الطاقة الشمسية لتسخين المياه ، والتى تتميز بالتكلفة المناسبة ، حيث تتوافر نظم صغيرة للمساكن الفردية ونظم كبيرة (جماعية) والتى توفر المياه الساخنة لمجمع سكنى من عدة منازل أو فنادق أو .. ، ولقد اصبح أكثر من 30 مليون أسرة صينية لديها سخان شمسى.

· حالياً تستخدم أنظمة الطاقة الشمسية لتسخين المياه فى نطاق واسع فى جميع دول العالم.

إن تسخين المياه بالطاقة الشمسية للإستعمال المحلى هو أكثر التطبيقات الناجحة والمناسبة والملائمة للطاقة الشمسية فى جميع بلدان العالم ، حيث يمكن إستخدامها فى المناطق البعيدة التى لا يوجد بها كهرباء من الشبكة العامة .

يعتقد حالياً وعلى نحو واسع إن تسخين المياه بالطاقة الشمسية هو التقنية البالغة الأهمية والملائمة للبيئة من قبل الدول المختلفة ولقد بذلت جهود دولية موحدة للإستفادة بأقصى فوائد الطاقة الشمسية .

سخانات المياه

تصنف سخانات المياه طبقاً :

- لنوع الطاقة المستخدمة : غاز او كهرباء او طاقة شمسية.
- للشكل : سخان ذو المقطع الدائري أو البيضاوي أو المستطيل وبألوان متعددة.
- للسعه : تتراوح ما بين 20 لتر إلي 120 لتر وللأحجام الكبيرة 250 لتر.

من الأنواع الشائعة :

- سخانات المياه الكهربائية (التقليدي- الفورى).
- سخانات المياه الغازيه.
- سخانات المياه الشمسية.

أولاً : سخان المياه الكهربي التقليدي:

• تعتمد السخانات الكهربائية علي وجود خزان داخلي للمياه ويكون متصلاً بنظام تسخين وصمام أمان وثرموستات (منظم للحرارة) والذي يكون مسئولاً عن تثبيت درجة حرارة المياه بعد التسخين ، ويحدث فقد تدريجي للحرارة فتعمل الثرموستات علي تشغيل السخان حتي إن لم يكن هناك إستهلاك للمياه.

• يحتاج الي فترة زمنية لكي يتم تسخين كمية المياة المخزنة داخله.

• يستهلك كمية كبيرة من الكهرباء.

• يحتاج إلي إجراء صيانة دورية كل شهر (أو شهرين) لأن تخزين المياه بداخله لفترة طويلة تؤدي الي ترسب بعض الاملاح وتكوين الصدأ مؤدياً الي إنخفاض الكفاءة وتعرضه للتلف.

• تكون الرواسب داخل الخزان يؤدي الي زيادة فترة تسخين المياه وبالتالي زيادة إستهلاك الكهرباء.

• قد تصل درجة حرارة المياه الساخن الي 85 °م.

• يحتوي علي أنود ماغنسيوم لمنع حدوث تآكل داخل الخزان.

• علي الرغم من وجود العازل الحراري ، والذي يساعد علي أن تظل المياه محتفظه بدرجة الحرارة أطول مدة ممكنة ، إلا أنه مع الوقت تنخفض درجة حرارة المياه ، عندئذ يستشعر المنظم الحراري ويقوم بتوصيل التيار الكهربي لعنصر التسخين لتعويض الإنخفاض الحادث في درجة حرارة المياه ، ثم يفصل التيار بعد ذلك ..... وهكذا.

يوضح شكل (1) مكونات سخان مياه كهربى ، ويوضح جدول (1) أ توصيات المصنعين لسعة وعدد الاشخاص عند إستخدام سخانات المياه الكهربائية.
يوضح جدول (1ب) السعة المناسبة لعائلة مستقلة لسخان مياه كهربى أو غازى (السعة موضوعة على أساس 3 جالون / الدقيقة ، جالون (US) = 3.785 لتر)

شكل (١) سخان مياه كهربى



جدول (١أ) توصيات المصنعين لسعة وعدد الأشخاص لإستخدام مياه ساخنه

السعة (لتر مياه ساخنة)	عدد الأشخاص
50	2 – 1
80	3 – 2
100	4 – 3
120	4
150	5 – 4

جدول (١ب) السعة الإسترشادية لسخان المياه المنزلى

عدد أفراد العائلة	الطلب	السعة المطلوبة (جالون)	
		سخان مياه كهرباء	سخان مياه غازى
5 أو أكثر	عالى	--	75
	منتظم / منخفض	80	50
4-3	عالى	80	75 - 50
	منتظم / منخفض	50	40
3-2	عالى	50	50- 40
	منتظم / منخفض	40	40
2-1	عالى	50 - 40	50 - 40
	منتظم / منخفض	30	30

حساب الطاقة الكهربائية اللازمة لتسخين المياه بالسخان الكهربي :

الطاقة الكهربائية اللازمة لتسخين المياه يومياً =

كتلة المياه(كجم) x معامل الحرارة النوعية للمياه(ك.جول/كجم كلفن) x فرق درجة الحرارة (م°) = ... ك. جول

كتلة المياه (كجم) = كمية المياه (لتر)

معامل الحرارة النوعية للمياه = 4.181 ك. جول/كجم. كلفن

3599 ك. جول = 1 ك.و.س

3600 ك. جول = 1 ك.و.س

مثال :

سخان مياه كهربى تقليدى سعة 150 لتر مياه ساخنة

- درجة حرارة المياه الباردة = 18 م^0
- درجة حرارة المياه الساخنة = 65 م^0

الطاقة الكهربائية اللازمة لتسخين المياه يوميا =(18 - 65) x 4.181 x150

= 29476 ك.جول

= 8.188 ك.و.س / اليوم

= 164 ك.و.س / الشهر

المواصفات القياسية المصرية : م.ق.م : 5806/2007

" كفاءة إستهلاك الطاقة للاجهزة المنزلية الكهربائية وما شابهها - طرق قياس وحساب كفاءة إستهلاك الطاقة لسخانات المياه "

مستوي كفاءة الطاقة لسخانات المياه الكهربائية المنزلية :

أ- الحد الاقصي للفقد الحراري خلال 24 ساعة

يتم تحديد الحد الاقصي للفقد الحراري بالكيلووات ساعة خلال 24 ساعة لسخانات المياه الكهربائية المنزلية طبقاً لما يلي:

$$(Q_{pr})\ m = \text{max .loss per 24h}$$

الحد الاقصي للفقد الحراري خلال 24 ساعة =

$$= \quad 0.047 + (0.34 \times \sqrt[3]{v}\ ) \quad \text{KWh/d}$$

حيث v = السعه المقتننة للسخان (لتر)

ب- بطاقة كفاءة الطاقة

من خلال قياس الفقد لفترة 24 ساعة للسخان ، يتم تصنيف الموديول أمام تدريج مستويات كفاءة الطاقة المناظر له علي بطاقة كفاءة الطاقة طبقاً لمعدل إستهلاك الطاقة . يوضح جدول (2) الفقد خلال 24 ساعة طبقا للتدريج ببطاقة كفاءة الطاقة.

جدول (2) الفقد فى سخان المياه الكهربى خلال 24 ساعة طبقا للتدريج

التدريج	الفقد خلال 24 ساعة (ك.و.س)
A	اقل من او يساوي (0.8 X (Qpr)m)
B	اكبر من (0.8 X (Qpr)m) واقل من او يساوي (0.85 X (Qpr)m)
C	اكبر من (0.85 X (Qpr)m) واقل من او يساوي (0.9 X (Qpr)m)
D	اكبر من (0.9 X (Qpr)m) واقل من او يساوي (0.95 X (Qpr)m)
E	اكبر من (0.95 X (Qpr)m) واقل من او يساوي (Qpr)m

ت- الإستهلاك الشهري

طبقاً للمواصفات القياسية المصرية يحسب الإستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية للسخانات بحيث تؤخذ عدد ايام التشغيل الشهري 20 يوم في الشهر وهو متوسط إستخدام السخان شهرياً.

يحسب الإستهلاك الشهري للسخان بناء علي المعادلة التالية:

$$Q_m = \left(\frac{45\,v}{860} + Q_{pr} \right) \times 20$$

حيث

Q_m = الإستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية للسخان (ك.و.س)

v = السعة المقتننة للسخان (لتر)

Q_{pr} = الفقد الحراري خلال 24 ساعة (ك.و.س)

<u>مثال :</u>

سخان مياه كهربي سعته 150 لتر

احسب الإستهلاك الشهري للكهرباء

$$(Q_{pr})m = 0.047 + (0.34 \times \sqrt[3]{150}) = 1.8535 \text{ kWh/d}$$

$$Q_m = \left(\frac{45 \times 150}{680} + 1.8535 \right) \times 20 = 194 \text{ kWh/m}$$

ثانياً : سخان المياه الغازى

- يعمل بالغاز الطبيعى (كمصدر للطاقة).
- يعتمد علي التسخين الفوري ، لا يشتمل علي خزان للمياه ، بمجرد مرور المياه العادية بالماسورة الداخلية للسخان ، تسخن المياه علي الفور .
- تعتمد درجة سخونة المياه علي قوة دفع المياه في المواسير ، فإذا كان دفع المياه ضعيفاً تقل درجة حرارتها ، وإذا كان قوياً تزيد درجة حرارتها .
- لا يخزن المياه بداخله ، ويعتمد عليه في حالة الإحتياج الدائم لكميات كبيرة من المياه الساخنة يومياً.
- يمكن الحصول علي المياه الساخنة فور مرور المياه في ماسورته الداخلية.
- أقل تكلفة من سخانات المياه الكهربائية.
- حتي لا يتسرب الغاز الي داخل المكان :
  - يجب وجود مدخنة للتهوية الخارجية.
  - أن تظل شعلة السخان مشتعلة.
- يراعى غلق محبس الغاز الواصل للسخان وذلك عند عدم الإستخدام لمدة طويلة ، وفى حالات السفر.

يوضح شكل (٢) مكونات سخان المياه الغازى.

شكل (٢) سخان مياه غازى

ثالثا : سخان مياه الكهرباء الفوري (أو اللحظي):

(Electric tankless water heater)

هو سخان مياه كهربي يعمل على تسخين المياه فوراً أو مباشرة، حيث تدخل المياه الباردة وتخرج ساخنة في حوالي 3 ثواني فقط ، ولا يقوم بتخزين المياه ولكن يعمل على تمرير المياه من الخط البارد ليسخن بسرعة متناهية وبدرجة حرارة ممتازة (حوالي 60 ^{0}م)، مع مراعاة إستخدامه الإستخدام الأمثل وإختيار القدرة الكهربائية المقتنة له بدقة (أي عدم المبالغة في استخدام القدرات الكبيرة).

يوضح شكل (3) أشكال مختلفة لسخانات مياه فورية تعمل بالكهرباء .



شكل (٣) أشكال مختلفة لسخانات مياه فورية تعمل بالكهرباء

ويتكون السخان (كما فى شكل (٤)) من:

- عنصر التسخين:

عبارة عن سلك مقاومة مصنوع من سبيكة النيكل كروم، ويغلف بأنبوبة محكمة التثبيت على عوازل خزفية.

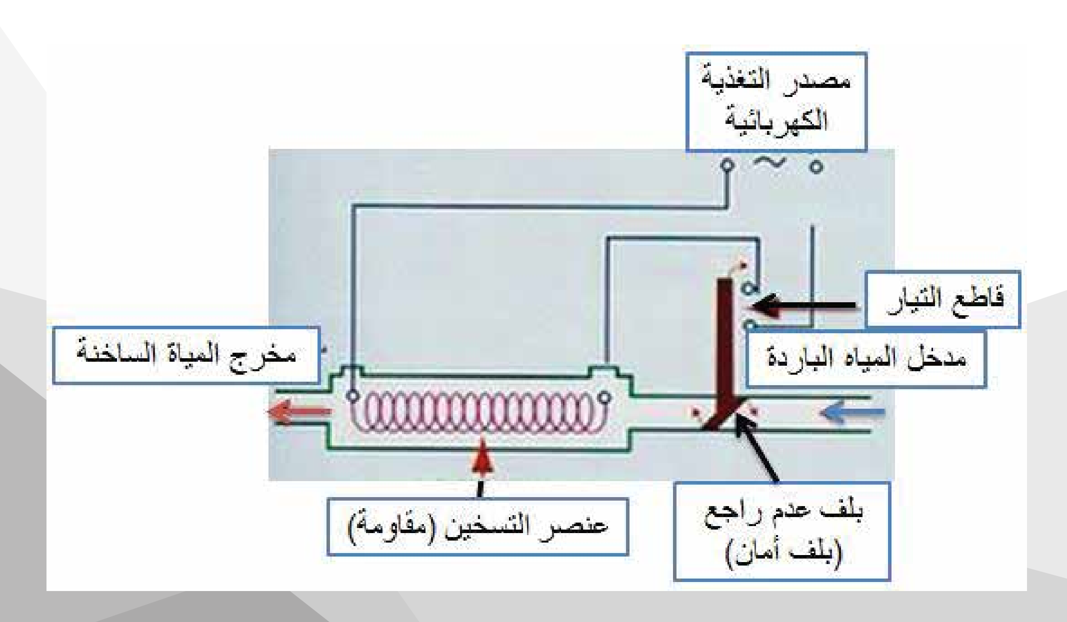
يتواجد بقدرات مختلفة مثل 1.5 ك .و، 2.5 ك.و، 3.5 ك.و، 7 ك.و، 9 ك.و، 12 ك.و، ....،24 ك.و

- قاطع تيار وبلف عدم راجع:

يتم التحكم في فصل وتوصيل التيار الكهربي من خلال تأثرة بضغط المياه، كالآتي:

- عند تدفق المياه بالضغط المناسب يفتح بلف عدم الراجع والذي يعمل بدوره على توصيل طرفي تلامس القاطع ، ويغذي عنصر التسخين بمصدر الكهرباء.
- عند توقف تدفق المياه ، يفصل التيار الكهربي عن عنصر التسخين وذلك برجوع بلف عدم الراجع لوضع القفل (هذه حالة قفل صنبور المياه أوضعف ضغط المياه)

غالبا، يحتوي على مفتاح لضبط الحرارة.



شكل (٤) مكونات سخان المياه الفورى

التركيـــــــــب

أ. يركب على صنبور المياه ، أو على خط التغذية الرئيسي لدورة المياه و/أو المطبخ.

ب. يغذى بالتيار الكهربي من أقرب المقابس الكهربائية.

ج. له وضعيتين للتسخين: ضعيفة/مرتفعة.

عموماً السخان الفوري؛ يمكن تركيبه بجوار الدش بمكان ظاهر ، أو تحت المغسلة بمكان جانبي لإخفائه أو داخل دولاب المغسلة ، توضح الاشكال (5) ، (6) ، (7) امثلة لاستخدامات سخان مياه كهربى فورى وبقدرات مختلفة . ويوضح شكل (8) توصيلات سخان المياه الفورى للمطبخ أو دورات المياه.



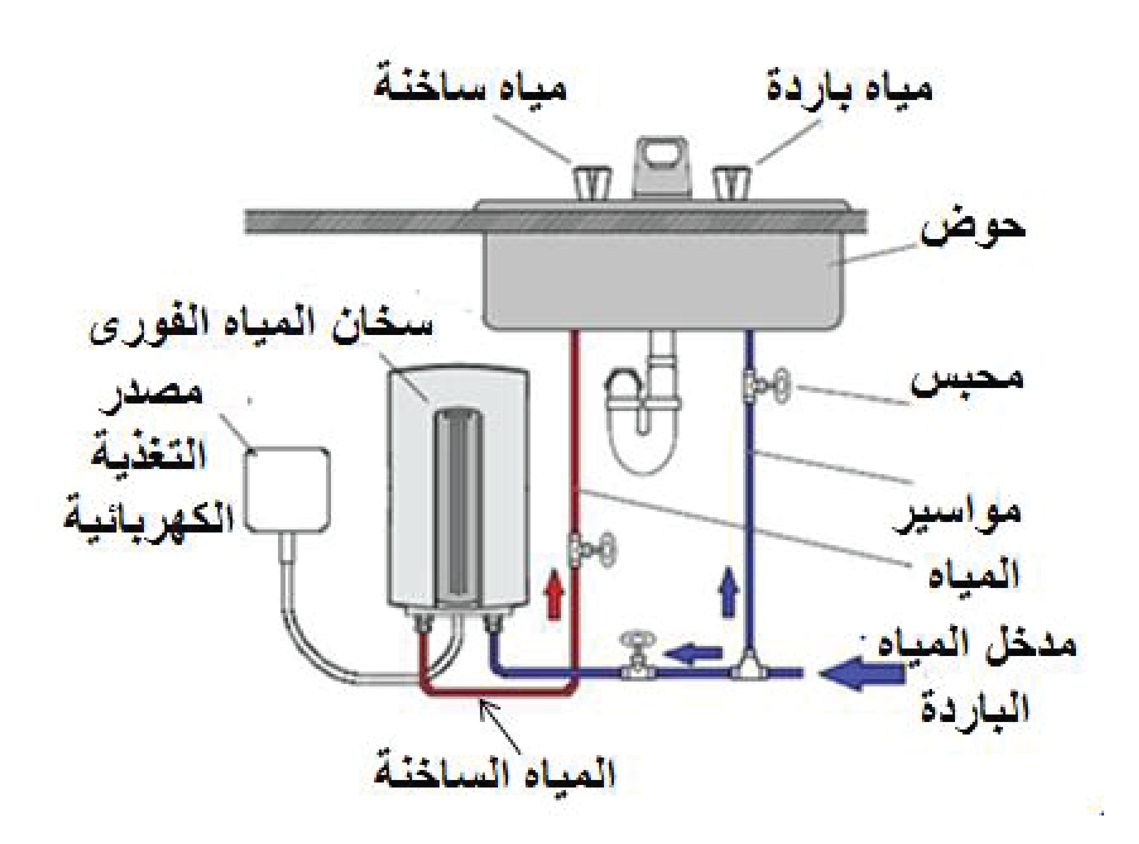
شكل (٥) سخانات مياه كهربائية فورية قدرة ٣٠٠٠ وات
(تستخدم لصنبور المطبخ)



شكل (٦) سخان مياه كهربائي فورى قدرة ٨٠٠٠ وات
(يستخدم لدش الحمام)



شكل (٧) أمثلة لأماكن تركيب سخانات مياه كهربائية فورية



شكل (٨) توصيلات سخان المياه الفورى للمطبخ أو دورات المياه

يوضح جدول (٣) المميزات العديدة لسخان الكهرباء الفورى وأيضا عيوب هذا النوع

جدول (3) مميزات وعيوب السخان الفوري (أو اللحظي)

المميزات	العيوب
- خفض إستهلاك الطاقة الكهربائية اللازمة لتسخين المياه (عند الإستخدام الرشيد). - إستمرارية تدفق المياه الساخنة لفترات طويلة جدا. - سرعة تدفق المياه الساخنة بعد فتح الصنبور مباشرة، مما يساعد على تقليل إستهلاك المياه. - يحتاج مساحة أقل. - حجم صغير، يسمح بتركيبه في الأماكن التي لايمكن وضع سخان تقليدي بها. - الحصول على المياه الساخنة في اللحظة المطلوبة ولفترة غير محدودة بسعة الخزان أو فترة التسخين. - أكثر كفاءة في استخدام الطاقة. - أقل تكلفة لتجهيز المياه الساخنه. - يوضع في أي مكان يراد فيه مياه ساخنه - يحافظ على البيئة. - يوفر الوقت لأن التسخين فوري (لايحتاج الى إنتظار التسسخين). - توفير المياه (حيث يتم تسخين الكمية المطلوبة فقط) - لايصدأ ابداً.	- إرتفاع تكلفة الشراء مقارنة بسخان المياه التقليدي (التجاري). - إعتماد السخان الفوري على الكهرباء (لو انقطعت الكهرباء لتحولت المياه الى مياه باردة فوراً، بينما يحتفظ السخان التقليدي بالمياه الساخنة لمدة نصف اليوم تقريباً). - غالباً يتم بناء دائرة كهربائية بالمنزل أو المنشأة تكون خاصة بالمسخن الفوري لأن قدرة السخان عادة تكون كبيرة. - مفيد لنقطة واحدة فقط (عند الصنبور مثلا) ولذا هناك حجة لتركيب عدة سخانات لمواضع أخرى بالمكان. - عدم القدرة على توفير المياه الساخنة في وقت واحد لعدة أماكن بالمكان الواحد (منزل- مبنى اداري......). - يحتاج عادةً الى يوم كامل للتركيب. - يحتاج إلى صيانة دورية.

مقارنة بين تكاليف إستهلاك الكهرباء
لسخان مياه كهرباء تقليدي ٥٠ لتر وسخان كهرباء فوري ٣,٥ ك.و

فروض: (مأخوذة من الموردين):

أ- سخان المياه الكهربي التقليدي:

- الحرارة المفقودة للسخان التقليدي من ماسورة طولها 5 متر وقطرها بوصة واحدة خلال يوم (بمعدل 6 مرات/اليوم) =200 وات.ساعة
- الحرارة المفقودة من المياه الساخنة في الخزان خلال 24 ساعة = 500 وات.ساعة
- إهمال الزيادة في إستهلاك المياه ، عند التخلص من المياه الباردة.

ب- سخان المياه الكهربي الفوري:

- كمية مياه الصنبور لمدة دقيقة = لتر واحد.
- يوضح جدول (4) حساب إستهلاك الكهرباء في اليوم ونسبة الوفر

جدول (4) مقارنة بين إستهلاك سخان مياه تقليدى وآخر فورى

سخان مياه تقليدي 50 لتر مياه (2200W)	سخان مياه فوري (3500W)
كمية إستهلاك الكهرباء لمدة ساعة (لـ 50 لتر مياه) =2200 w x 1 h = 2200 Wh	كمية الإستهلاك لمدة ساعة =3500 w x 1 h = 3500 Wh
كمية إستهلاك الكهرباء لمدة ساعة (للتر مياه واحد) = 2200 Wh/50 = 44 Wh	كمية الإستهلاك لمدة دقيقة واحدة = 3500 Wh/60= 58.333 Wh
كمية إستهلاك الكهرباء لـ 4 لتر مياه ساخنة لعدد 6 مرات/اليوم = 44x4x6= 1056 Wh	4 دقائق تمثل 4 لتر مياه ساخنة لعدد 6 مرات /اليوم = 58.333x4x6 = 1400 Wh
كمية الحرارة المفقودة من المياه الساخنة بالخزان/اليوم = 500 Wh	-----
كمية الحرارة المفقودة من المياة الساخنة من المواسير (5 متر) في اليوم (6 مرات/اليوم) = 200 Wh	-----
اجمالي كمية إستهلاك الكهرباء /اليوم =1056+500+200=1756 Wh/d	اجمالي كمية إستهلاك الكهرباء /اليوم =1400 Wh/d

ونستنتج من جدول (4) أن :

نسبة الوفر في إستهلاك الكهرباء = 20% وذلك عند الإستخدام الرشيد لسخان المياه الفوري.

ويوضح جدول (5) أمثلة لخصائص بعض أنواع سخانات مياه الكهرباء الفوري

جدول (5) خصائص بعض أنواع سخانات المياه الفورى

الاستخدام	القدرة المتاحة (ك. و)	الجهد (فولت)	المقاس(مم) الطولx العرضx العمق	ضغط المياه الساخن (بار) أقل	ضغط المياه الساخن (بار) أعلى	سريان المياه الساخن
حمام،مطبخ	12	220	70× 300 x 160	--	--	--
حسب الطلب	3.5 ،4.5 ، 9	220	110× 425×285	0.5	6	180 لتر/الساعة
حسب الطلب	6.5 ، 7.5 ،8.8	220-240	80×395×255	0.2	6	1.5 لتر/الدقيقة
مطبخ	2 -3	220-240	---	0.4	6	--
حسب الطلب	6- 12	220-240	--	0.2	6	بعد 3 ثواني

ملحوظة هامة:

من أحد المشكلات التي يجب أن تؤخذ في الإعتبار أن قدرة سخان المياه الفوري تكون عالية جداً، وإن لم يؤخذ ذلك في الإعتبار يمكن أن يؤدي إلى إحتراق الأسلاك بالمكان، وعليه يجب ملاحظة الآتي:

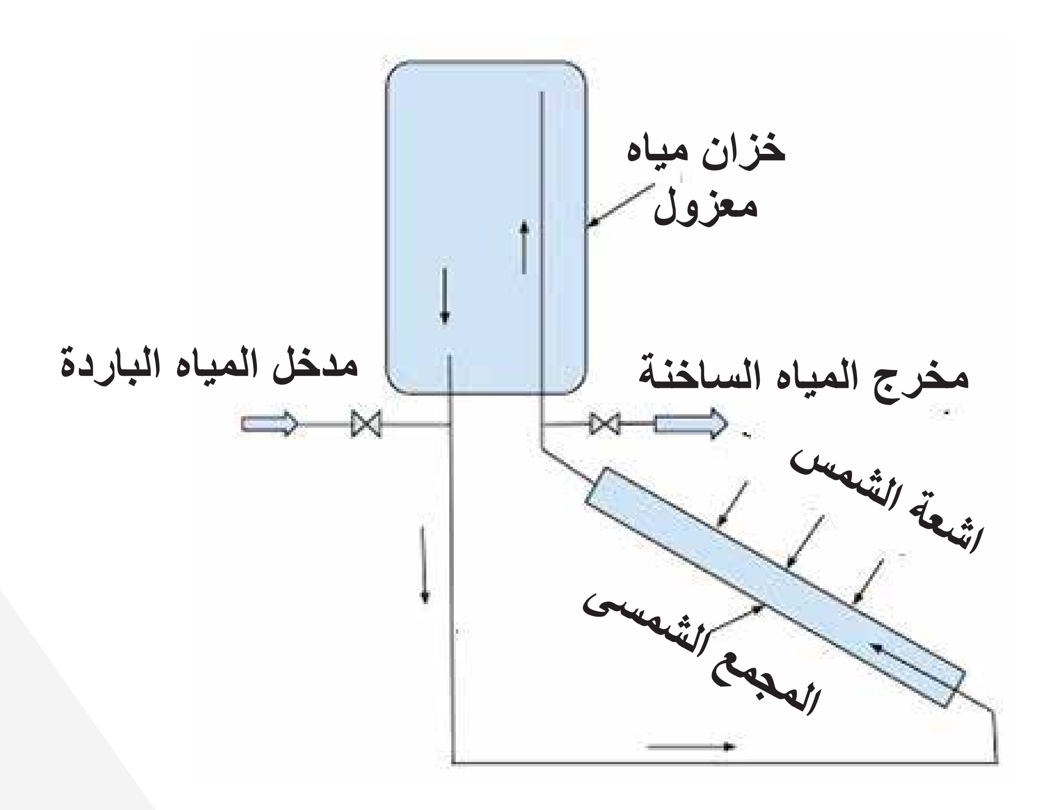
- أن تكون كل من الشبكة الكهربائية الداخلية والشبكة الخارجية المغذية للمكان (منزل أو مبنى، .....) تتحمل هذا الحمل الزائد.

- عند تغيير الأسلاك والتوصيلات فإن ذلك سيؤدي الى إرتفاع تكاليف السخان الفوري.

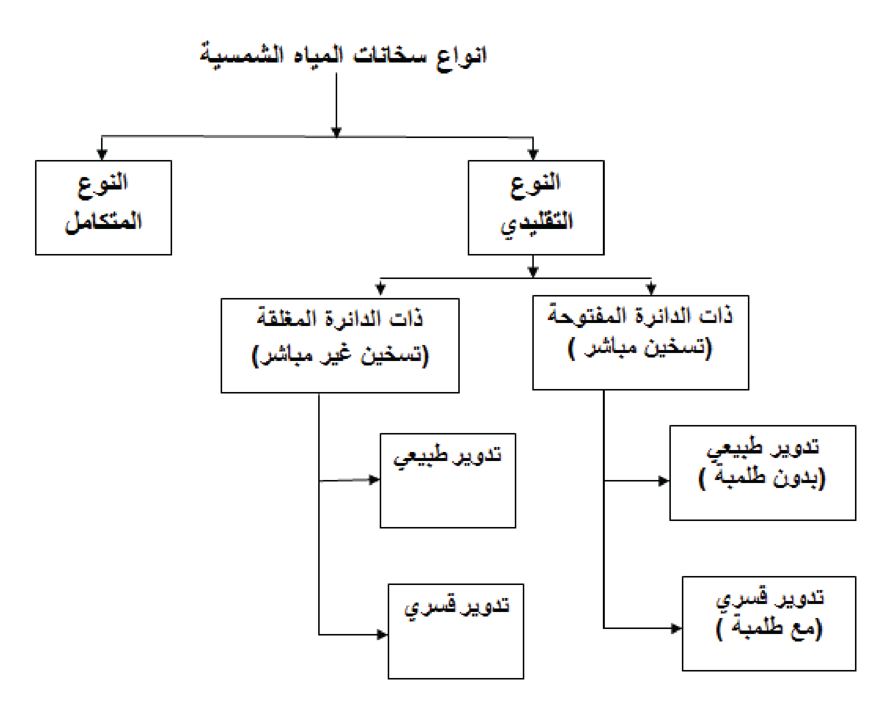
رابعا : سخانات المياه الشمسية:

تطورت صناعة السخانات الشمسية علي مستوي العالم ، وأصبح يوجد بالأسواق نوعيات متعددة ومختلفة من السخانات الشمسية لكل منها خصائص تتناسب مع الإستخدام والإحتياج ، مثل العناصر والخامات والتصميم والقدرة والسعة وطريقة العمل والشكل الهندسي . يوضح شكل (9) الشكل التقليدى لسخان المياه الشمسى.

تصنف سخانات المياه الشمسية إلي نوعين أساسيين ، كما هو واضح في شكل (10)



شكل (٩) الشكل التقليدى لسخان المياه الشمسى



شكل (١٠) أنواع سخانات المياه الشمسية

فيما يلي توضيح هذه الأنواع:

1. النوع التقليدي :

أ- السخانات ذات الدائرة المفتوحة (تسخين مباشر)

في هذا النوع يمر الماء المراد تسخينه مباشرة خلال المجمع الشمسي ومنه الي خزان المياه ، هذا النوع اما ان يكون تدوير طبيعي او تدوير قسري من خلال مضخة . يوضح شكل (11) تمثيل للتدوير الطبيعي في سخانات الدائرة المفتوحة ، ويعتمد عمله علي الجاذبية وميل المجمع ليتم تدوير طبيعي للمياه حيث ان هذا السخان لا يحتوي علي اية معدات كهربائية.

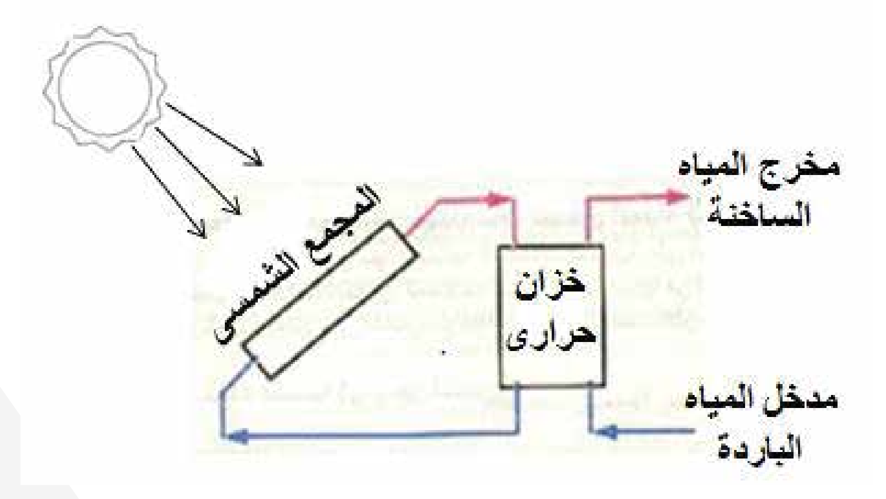
أما النوع القسري فيعتمد علي مضخات كهربائية ومبادلات حرارية لتدوير المياه.

ب- السخانات ذات الدائرة المغلقة (تسخين غير مباشر)

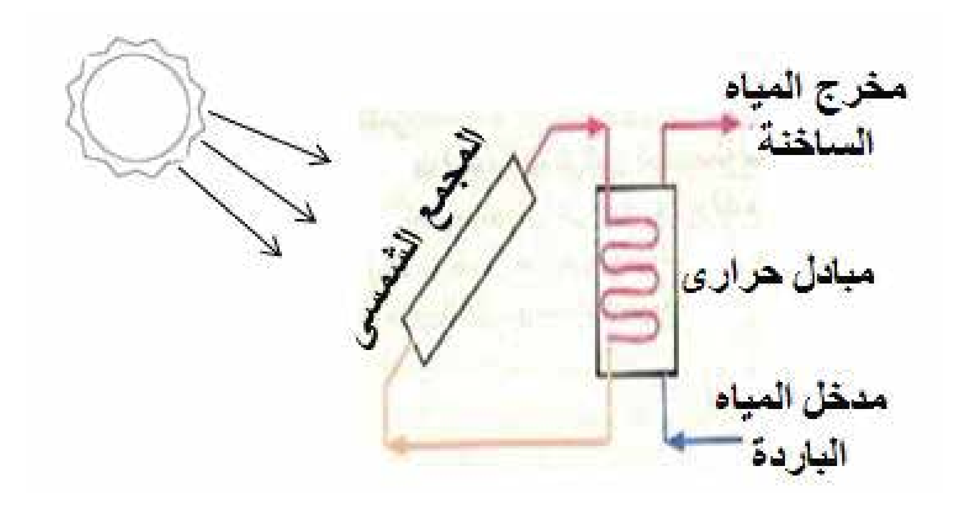
يوضح شكل (12) ، هذا النوع والذي فيه يتم تسخين المياه داخل الخزان عن طريق مبادل حراري مغمور داخل المياه المطلوب تسخينها ، يمثل المجمع الشمسي والمبادل الحراري دائرة مغلقة يمر خلالها مياه مقطرة مضاف اليه مواد كيميائية مانعة للصدأ وذلك للحفاظ علي عمر تشغيل السخان الشمسي بالأماكن المحتوية علي درجة عالية . ويمكن أن يعمل هذا النوع إما بالتدوير الطبيعي كما في شكل (13) أو بالتدوير القسرى كما فى شكل (14) هذا النظام أكثر تكلفة ، ويوفر حماية ضد التجمد ، واحياناً يمتاز بحماية ضد الحرارة الزائدة .

2. سخانات النوع المتكامل:

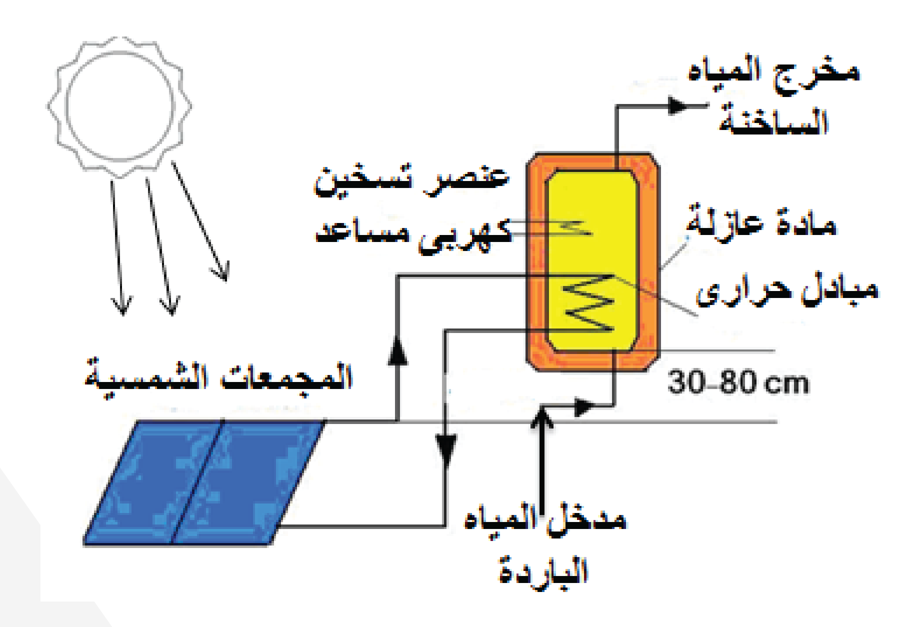
يتكون من وعاء واحد يقوم بعمل كل من المجمع الشمسي وخزان المياه ، كما في شكل (15) حيث يعتمد عمله علي مبدأ امتصاص الاشعة الشمسية وتخزينها مباشرة في المياه المخزونة ، يمتاز هذا النوع بانخفاض تكاليفه .



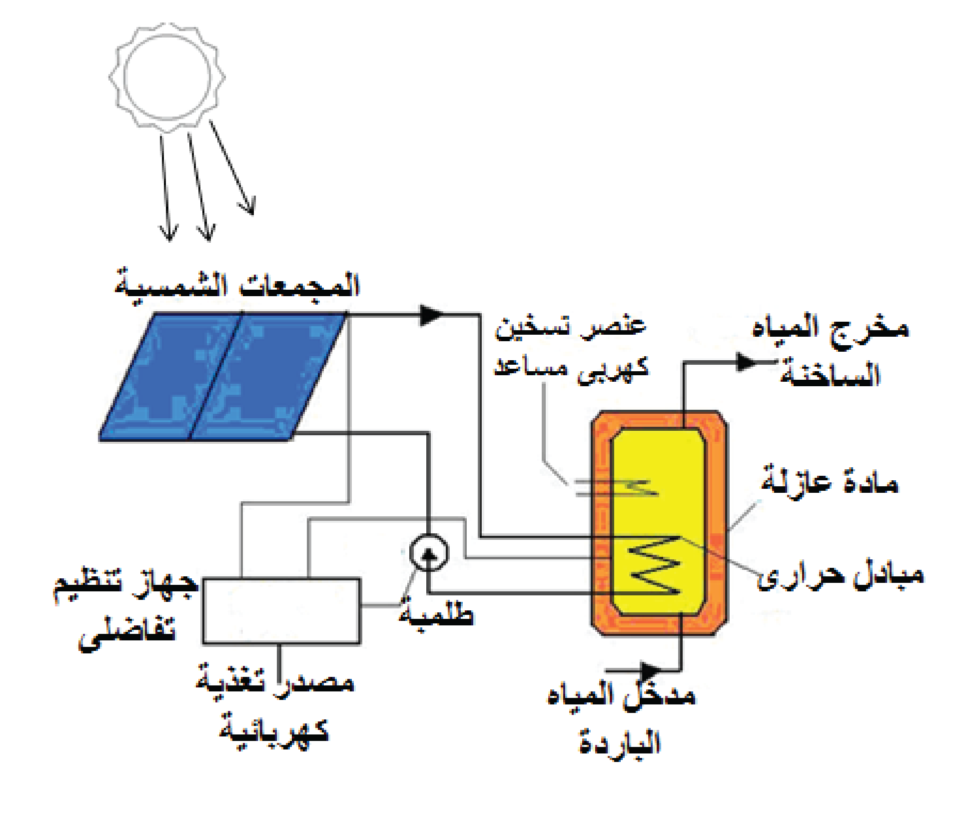
شكل (١١) التدوير الطبيعي في سخانات الدائرة المفتوحة



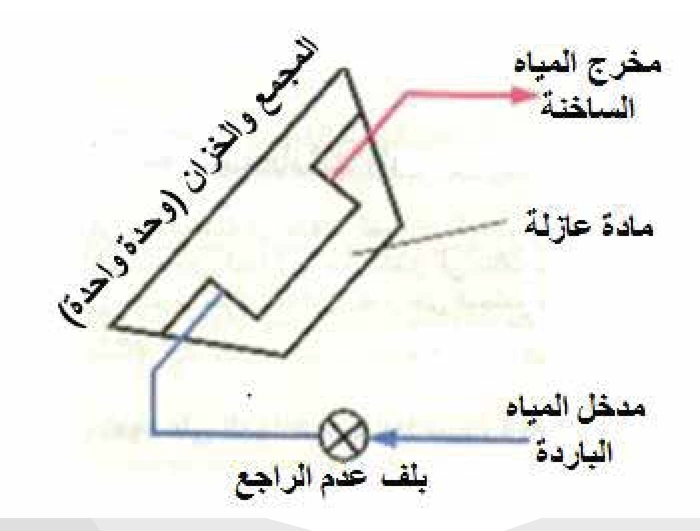
شكل (١٢) سخان مغلق يعمل بالتدوير الطبيعي



شكل (١٣) مكونات سخان مغلق يعمل بالتدوير الطبيعي



شكل (١٤) مكونات سخان مغلق يعمل بالتدوير القسرى



شكل (١٥) سخان شمسي من النوع المتكامل

المجمعات الشمسية (Solar Collectors)

تحـول المجمعـات الشمسـية الاشـعاع الشمسـي الـي حـرارة والتـي بدورهـا تسـخن الوسيط العامل (مياه او هواء) للاستخدامات المطلوبة.

تعـد المجمعـات الشمسـية هـي المكـون الرئيسـي لأنظمـة التسـخين الشمسـي . تعمـل معظـم أنـواع المجمعـات الشمسـية بالـدورة المفتوحـة (السـريان الطبيعـي) . من أنواع المجمعات الشمسية والموضحة بشكل (16) وجدول (6) :

- المجمعات المستوية (flat plate collectors)
- المجمعات الأنبوبية المفرغة (Evacuated tube collectors)
- المجمعات التكاملية (Integrative collectors)

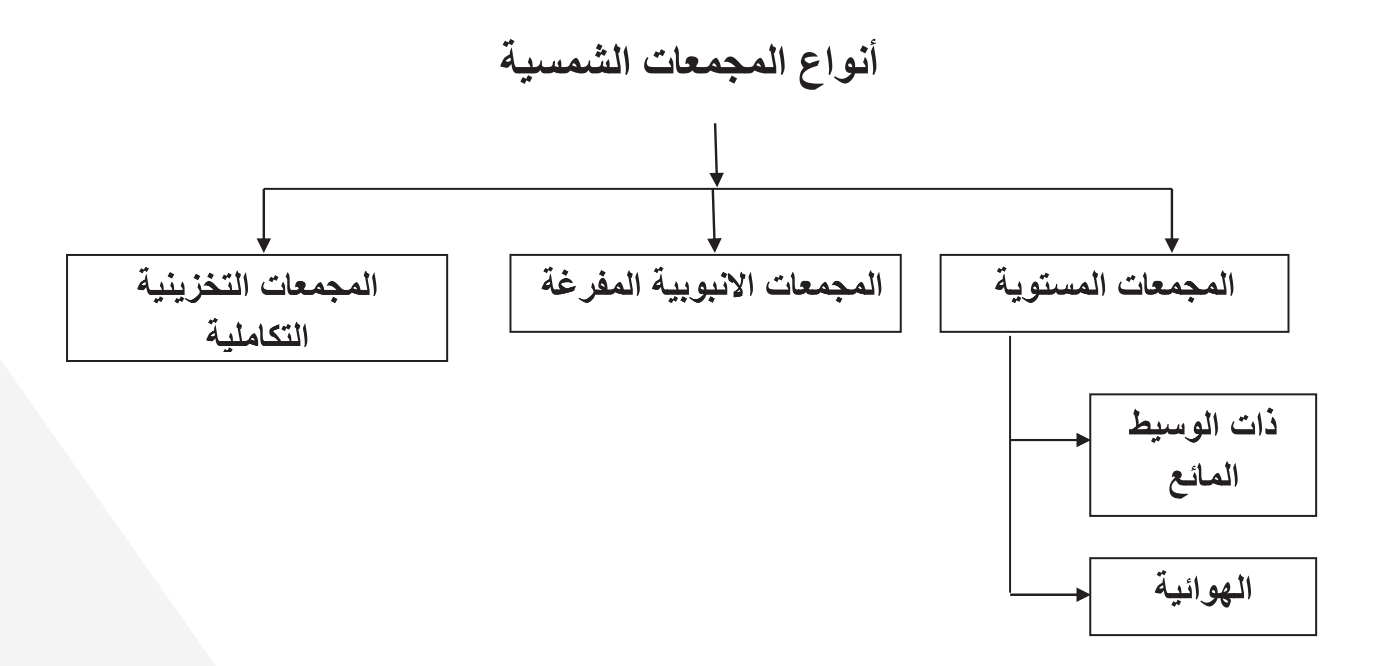
يوضح جدول (7) خصائص المجمعات المستوية والأنبوبية المفرغة

جدول (6) أنواع وتوصيف المجمعات الشمسية

النوع	التوصيف
المجمعات المستوية	▪ الاكثر انتشارا. ▪ عبارة عن صندوق معدني معزول مع غطاء (بلاستيك او زجاج) وصفيحة معدنية ماصة للحرارة . ▪ الوسيط الناقل للحرارة أما سائل أو غاز.
المجمعات الأنبوبية المفرغة	▪ أكثر تكلفة. ▪ عبارة عن صفوف متوازية من الانابيب الزجاجية. ▪ كل أنبوب يحتوي علي أنبوب زجاجي خارجي شفاف بداخله أنبوب معدنى ماص للحرارة. ▪ كفاءة عالية.
المجمعات التكاملية	▪ عبارة عن خزان واحد او اكثر. ▪ الخزان مطلي من الداخل بمادة داكنة ومعزول بشكل جيد. ▪ المجمع يقوم بدور المجمع الشمسي والخزان معا.

جدول (7) خصائص المجمعات المستوية والأنبوبية المفرغة

مجمع شمسي مسطح	مجمع شمسي بالأنابيب المفرغة
▪ بسيط ، صلب. ▪ أفضل شكلا. ▪ إمكانية التركيب علي أسطح المبانى. ▪ منخفض التكاليف. ▪ صيانة بسيطة.	▪ الأفضل للإستخدامات الصناعية. ▪ مناسب للعمارات الكبيرة. ▪ متوفر بأحجام مختلفة. ▪ صيانة متوفرة.



شكل (١٦) أنواع المجمعات الشمسية

مميزات سخانات المياه الشمسية

• صديقة للبيئة لانه لا ينتج عنه ملوثات ولا يستعمل أية مواد كيميائية يمكن أن تضر الاشخاص المستهلكين للمياه.

• توفير جزء كبير من فاتورة الكهرباء مقارنة بسخان المياه الكهرباء.

• كلما كان المكان يمتاز بشدة اشعاع الشمس ودرجة حرارة عالية كلما كانت الطاقة الحرارية أكبر دون إستخدام وقود.

• إستخدام سخان المياه الشمسي يوفر مالا يقل عن 50% من فاتورة الكهرباء.

• الأنواع الصغيرة المناسبة للإستهلاك المنزلي ليست باهظة الثمن وفترة إستردادها حوالي 5-4 سنوات.

• عمرها الافتراضي أطول من 20 سنة (تحتاج لصيانة كل 3 سنوات تقريبا).

• إنخفاض التلوث والانبعاثات الحرارية.

من عيوب السخانات الشمسية

• حدوث تآكل في المجمعات الشمسية بسبب الاملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورة التسخين ، وتعتبر الدورة المغلقة وإستخدام مياه خال من الاملاح فيها أفضل الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية .

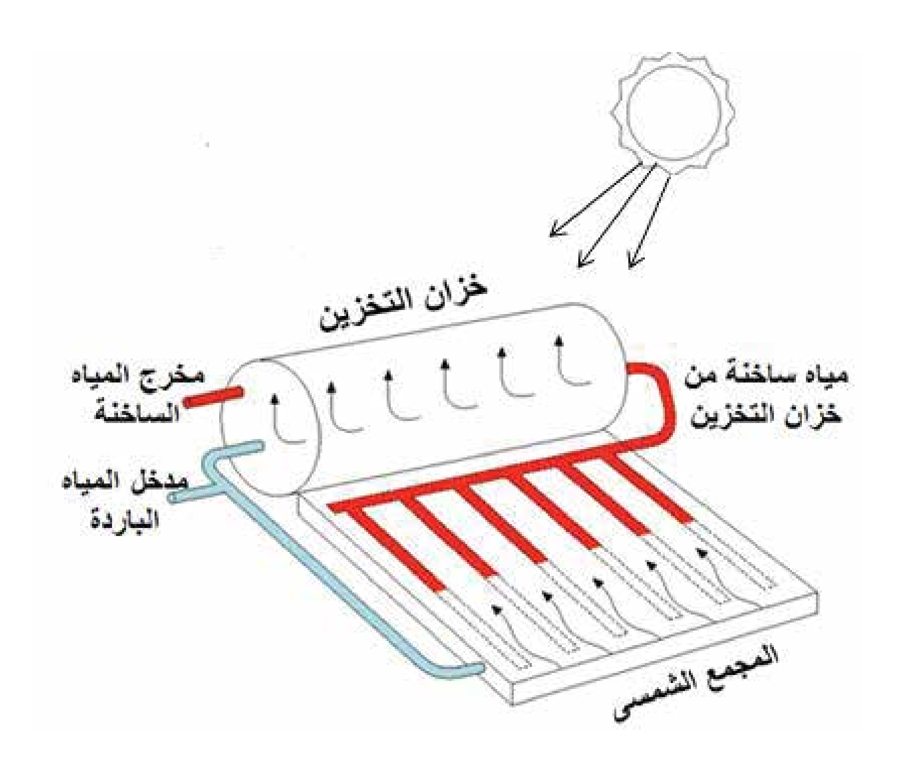
طريقة عمل سخان المياه الشمسي

يعمل سخان المياه الشمسي بمبدأ السريان الطبيعي للمياه كما فى شكل (17) ،مع مراعاة الآتي :

• يركب خزان المياه بمستوي اعلي من مستوي المجمع الشمسي.

• يعمل المجمع بوساطة الضوء وبالتالي لا يحتاج ان يكون معرضاً لاشعة الشمس مباشرة.

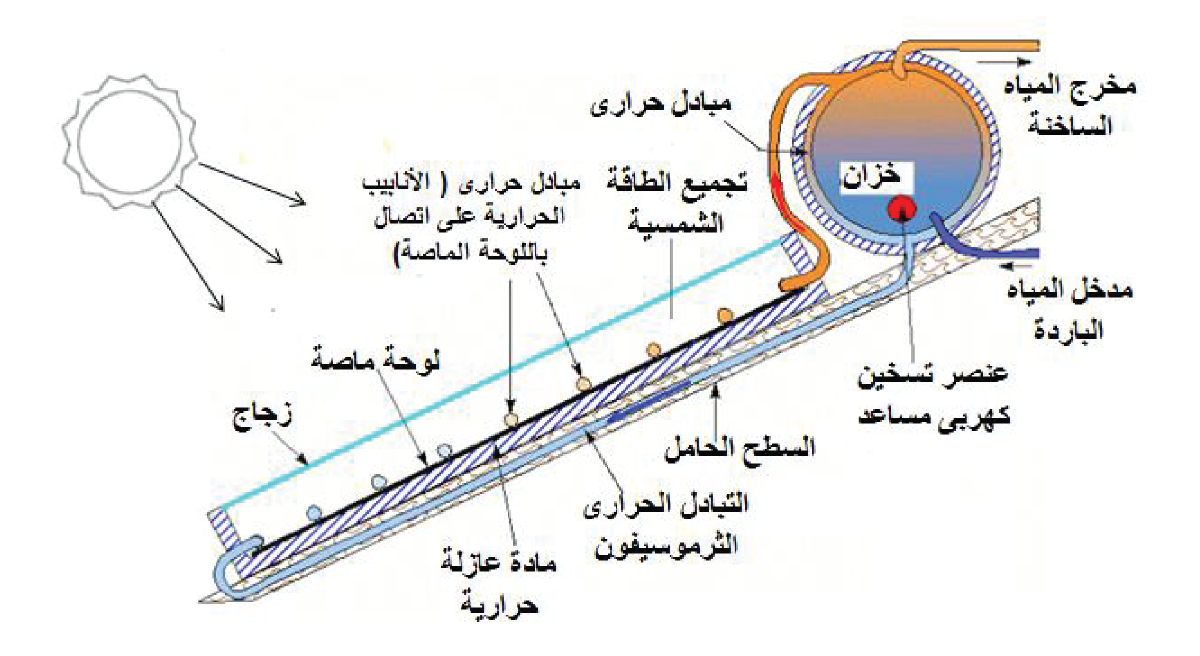
• يحتوي علي شبكتين منفصلتين للمياه ، أحدهما للمياه الباردة والأخري للمياه الساخنة (يعملان كمبادل حراري).



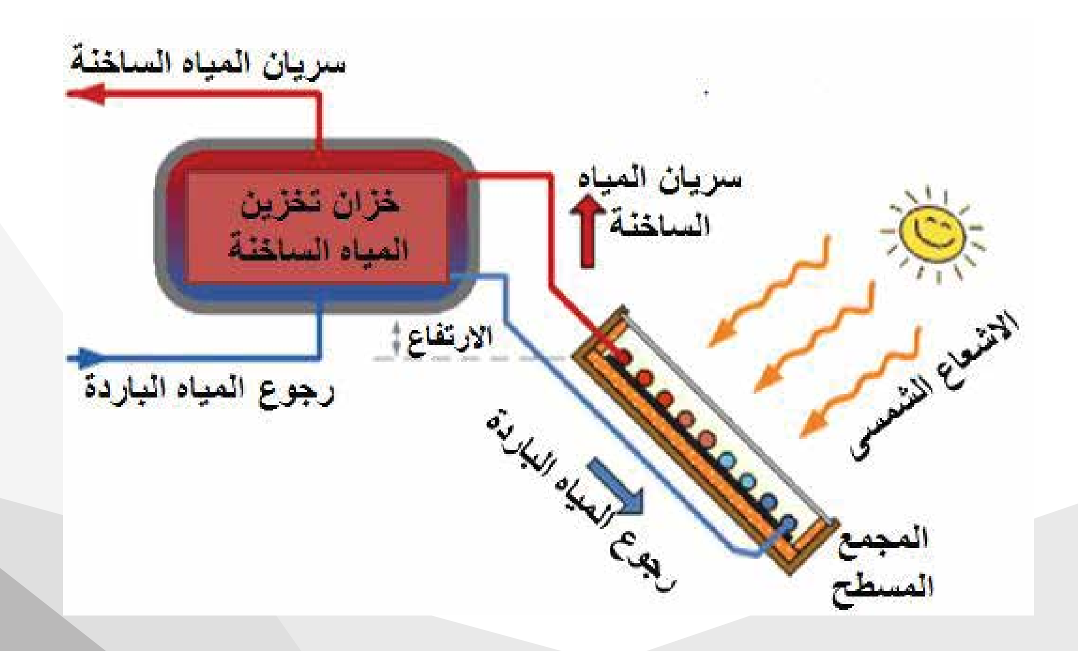
شكل (١٧) سخان مياه شمسي يعمل بمبدأ السريان الطبيعي للمياه

السريان الطبيعي أو الثرموسيفونك
Thermosiphonic or Thermosyphon

السريان (أو التدفق) الطبيعي هي حركة السائل (المياه) نتيجة فرق درجة الحرارة وبالتالي نتيجة إختلاف الكثافة . من المعروف أنه عندما يسخن السائل الناقل للحرارة تقل كثافته ويخف وزنه ولذا تصعد المياه الساخنة إلي الجزء الاعلي ، ولأن خزان المياه في مستوي أعلي من مستوي المجمع الشمسي فإن المياه الاقل حرارة والموجود في الجزء السفلي من الخزان تنزل الي المجمع الشمسي ، كما فى شكل (18) ، وكلما إكتسب حرارة إرتفع الي اعلي لأن كثافته تصبح أقل ثم يصعد في الجزء الأعلي من الخزان وهكذا تحدث عملية التدوير أو التدفق الطبيعي ، ويوضح شكل (19) التمثيل الكامل لظاهرة الثرموسيفون .



شكل (١٨) ظاهرة الثرموسيفون



شكل (١٩) التمثيل الكامل لظاهرة الثرموسيفون

سخان المياه الشمسي المسطح
(Flat-plate solar heater collector)

يتكون السخان بصفة عامة من ثلاث مكونات رئيسية هي : المجمع ، خزان التخزين ، حامل الخزان .

يتكون المجمع الشمسي (المسئول عن تسخين المياه) من سطح إمتصاص الاشعه وقنوات سريان (أنابيب) وسيط التسخين ومواد عازلة حرارياً لمنع تسرب الحرارة المكتسبة في وسيط التسخين الي الوسط المحيط وتمر المياه في الانابيب (القنوات) وتتعرض لحرارة الشمس (أشعه/ضوء) أكبر وقت ممكن.

يتم تخزين المياه الساخنة في خزان معزول حرارياً ، ويمد بالمياه الساخنة وقت الحاجه . يوضح شكل (20) المكونات الرئيسية لسخان المياه الشمسى المسطح .



شكل (٢٠) المكونات الرئيسية لسخان المياه الشمسى المسطح

فيما يلي توضيح كل مكون

1) المجمع الشمسي : (Solar collector)

يتكون ، كما فى شكلى (21) و(22) من الآتى :

أ- سطح الامتصاص (Absorbing plate)

يصنع من معدن (نحاس او الومنيوم) مطلي بألوان داكنة (من أمثلة الطلاءات : أكاسيد الكروم ، والكوبالت).

ب- قنوات سريان وسيط التسخين

تصنع عادة من معادن مثل النحاس والفولاذ وهي تختلف من تطبيق الي آخر بإختلاف نوع الوسيط وكذلك بإختلاف مادة سطح الامتصاص . من أمثلة هذه القنوات : قنوات دائرية المقطع بأقطار في حدود ١ سم ، يوجد نوعين من أنابيب النحاس : أنابيب صاعدة (risers) وأنابيب رئيسية (headers) .

ت- العزل الحراري (Thermal insulation)

عندما ترتفع درجة الحرارة داخل السخانات مقارنة بالحيز الخارجي المحيط بها ،عندئذ يمكن حدوث الآتي :

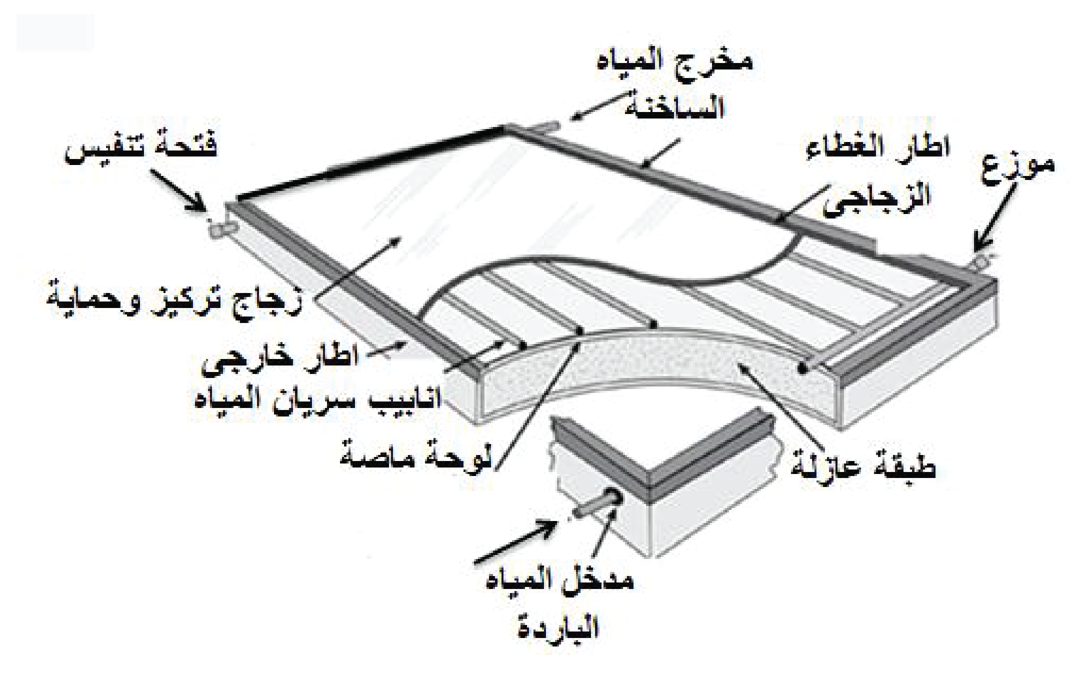
- فقد هذه الحرارة من جوانب السخان والجانب السفلي منه ، وذلك بخاصية "التوصيل".
- فقد هذه الحرارة من خلال الغلاف الزجاجي ، وذلك بخاصيتي "الحمل" و "الاشعاع".

ويتم علاج ذلك كالآتي :

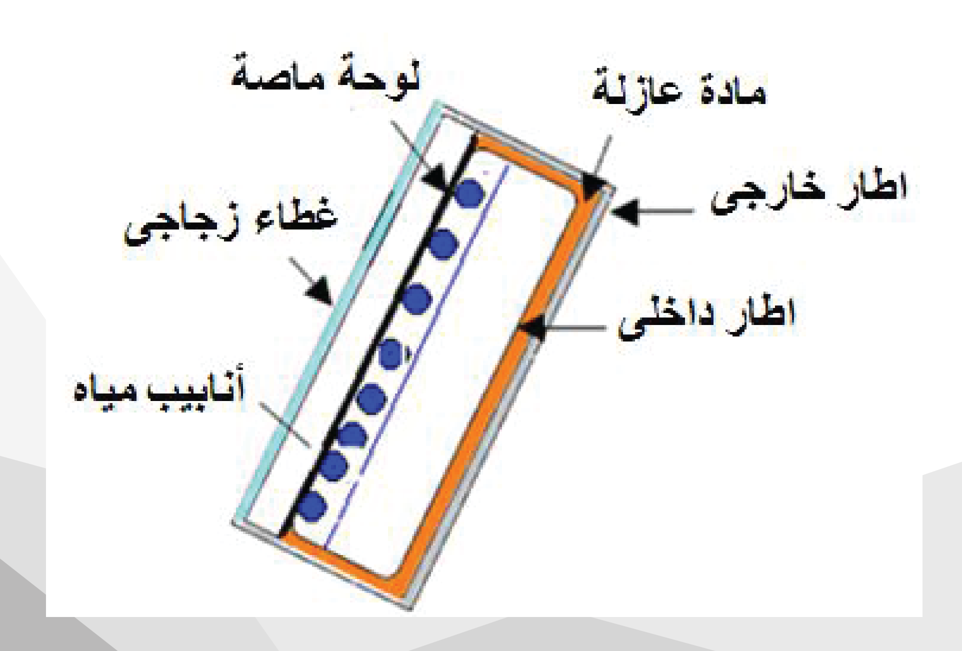
الفقد بالتوصيل(Conduction): يتم الحد من هذا الفقد عن طريق إحاطة جوانب وأسفل السطح الماص وقنوات التسخين ، وذلك بمواد ذات توصيلية حرارية منخفضة مثل الصوف الزجاجي ، الألياف الزجاجية ، البولي ستيرين .

الفقد بالحمل(Convection): يتم الحد عن طريق سحب الهواء الموجود بين الأغطية الزجاجية او بوضع أنابيب التسخين مع السطح الماص داخل انابيب زجاجية مفرغة من الهواء .

الفقد بالاشعاع (Radiation): يتم الحد عن طريق إستخدام أغلفة زجاجية نافذة للأشعه القصيرة للشمس والتي تكون معتمة بحيث تمنع إنعكاس الاشعه ذات الموجات الطويلة الصادرة من السطح الماص للأشعه .



شكل (٢١) مقطع تفصيلي لوحدة تسخين المياه (المجمع)



شكل (٢٢) تركيب المجمع الشمسي

كثير من أنواع السخانات الشمسية تستخدم مادة الصوف الزجاجي (glass wool) بسمك 30 مم وكثافه 30 كجم/ م3 توضع تحت السطح الماص وطبقة أخري بسمك 15 مم وكثافه 60 كجم/ م3 توضع علي جوانب المجمع الشمسي

من خصائص الصوف الزجاجي :

- عازل غير قابل للاحتراق.
- موصوليته الحرارية منخفضة.
- قابليته لامتصاص الرطوبة منخفضة.
- وزنه خفيف بالنسبة لحجمه.
- غير سام.
- مقاوم للتآكل.

جميع هذه الخصائص تساعد في زيادة كثافة المجمع الشمسي وبالتالي يزيد عمر التشغيل المتوقع . يوضح جدول (8) خواص بعض العوازل الحرارية.

جدول (8) خواص بعض العوازل الحرارية

نوع المادة العازلة	أعلى درجة حرارة مسموح بها (م^{0})	الكثافة (كجم / متر^{3})	الموصولية الحرارية (وات / متر . م^{0})
صوف معدنى	200	200 – 60	0.04
صوف زجاجى	200	100 – 30	0.04
	200	150 – 130	0.048
بولى يوريثين (polyurethane)	130	80 – 30	0.03

ث- صندوق المجمع الشمسي

يتصف بالآتي :

- محكم الغلق يحفظ جميع اجزاء المجمع الموجودة داخله ضد العوامل الجوية.
- يوجد علي شكل أفقي او رأسي.
- من معدن (الومنيوم) مقاوم للتآكل ومعالج جيداً.
- يتصف بالقوة والمتانة.
- لا يتأثر بعوامل التفكك (التمدد، التقلص،الاهتزاز).
- الغطاء الخلفي من الالمونيوم المقاوم للتآكل ومعالج جيداً.
- يمنع التسرب ويقاوم الحرارة لضمان عزل المكونات الداخلية عن الجو المحيط والوقاية من حدوث تكثيف علي جدرانه الداخلية.

2) خزان المياه الشمسي (Solar Water Tank).

يتصف بالآتي :

- مصنع من مواد مقاومة لضغط المياه.
- ضد التآكل الناتج من الرواسب الموجودة بمياه التغذية (ضد الصدأ).
- إن أمكن وجود فتحة (فلانجة) لتنظيف الخزان من الرواسب.
- معزول حرارياً بمادة عازلة جيدة (مثل البولي يوريثان Polyurethan) قوية لا تتأثر بالرطوبة ، خفيفة الوزن ، صلد ، يحافظ علي درجة حرارة عالية للسطح الخارجي.
- يمكن أن يتواجد داخل الخزان عنصر للحماية ضد التآكل عبارة عن قضيب ماغنسيوم (magnesium anode rod) .

3) قاعدة السخان الشمسي (system support).

تتصف بالآتي :

- مصنوعة من الحديد المجلفن مقاوم للصدأ.
- تتحمل وزن المجمع والخزان.
- تحمل مواجهة العواصف (والثلوج ان وجدت)

4) عنصر المسخن الكهربي (Electric heating element).

علي الرغم من أن انظمة السخانات الشمسية معدة لتأمين المياه الساخنة طوال النهار جميع الاوقات طوال العام . في فصل الشتاء يمكن الا تكفي الحرارة الشمسية المكتسبة لتوفير ما يكفي من المياه الساخنة ، لذا يحتوي السخان علي "عنصر المسخن الكهربي " والذي غالبا ما يكون مثبت في فلانجة خزان المياه الشمسي ، يعمل هذا السخان بجهد 220 فولت وقدرة 1500 وات أو 2000 وات (حسب الاحتياج).

5) خزان التمدد (Expansion Tank)

بعض أنواع سخانات المياه الشمسية تحتوي علي خزان تمدد ، وهو عبارة عن خزان صغير الحجم ، يركب في أعلي خزان المياه الشمسي ، يكون مسئولاً عن الزيادة الحجمية للسائل الناقل للحرارة بدون أن يسبب ذلك ارتفاع الضغط في دورة المياه المغلقة (دورة السائل الناقل للحرارة بالمجمع والخزان الشمسي)

حقائق :

• يمكن لنظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية توفير ما يصل الي 85% من طاقة المياه الساخنة المنزلية.

• يجب ضمان وصول المياه الي السخان الشمسي بشكل دائم ، لأن إنقطاع المياه قد يسبب دخول الهواء إليه ، ولذا يتم فتح صمامات السخان وإعادة المياه إليه ، يمكن ان يؤدي دخول الهواء في الأنابيب الفولاذية الي ظهور الصدأ فيها وتآكلها وحدوث تكلس.

• مراعاة عدم تراكم الأتربة والغبار علي سطح السخان ، وذلك بمسح وتنظيف الغطاء الزجاجي للسخان أو الأنابيب المفرغة دورياً .

• للتخلص من التكلس يبدأ التخلص من المياه الموجودة بالأنابيب وتعبئتها بمحلول حامضي مخفف وتركها لمدة لا تقل عن 10 ساعات ثم شفطها بماء ساخن عدة مرات يمكن عمل ذلك مرة أو مرتين حسب نوعية المياه المستخدمة (نسبة تركيز الاملاح الذائبة فيها).

• اذا كانت نسبة الاملاح بالمياه عالية ، يمكن إستخدام فلتر.

• عند ظهور صدأ ، يعاد دهان الألواح باللون الاسود.

• منع وصول مياه المطر الي الانابيب ، أي عدم تسريب الغطاء الزجاجي للمياه .

• للألوان الداكنة التي يطلي بها معدن أسطح الامتصاص (المجمعات) الخصائص الآتية:

- معدل الامتصاص للاشعه الشمسية يصل الي 98%

- قابلية شديدة لفقد الحرارة بطريقة الاشعاع حيث يصل هذا المعدل إلي 90% (أي أن الاسطح الماصه الداكنة قادرة علي أمتصاص 98% من الاشعه الشمسية الساقطة عليهم ولكنها تعبر اشعاع 90% من الطاقة المكتسبة).

- الإستفادة فقط من جزء صغير من الطاقة الشمسية الساقطة علي السخان بينما تفقد النسبة الكبري .

• تستخدم أنواع خاصة من الطلاء تمتاز بالآتي :

- معدل إمتصاص عالي.

- معدل إشعاع منخفض.

تعرف هذه الأنواع بالطلاءات الانتقائية (Selective coatings) مثل :

- اكاسيد الكروم (chromium) (Cr)

- الكوبالت (cobalt) (Co)

• يمكن للمجمعات الآن استغلال ما يزيد عن 50% من الطاقة الشمسية الساقطة عليها .

الكروم : عنصر فلزي Cr ، ابيض اللون ، صلد ، يستخدم في إنتاج أنواع الفولاذ التي لا تصدأ والسبائك الاخري ، وفي عمليات الطلاء بالكروم .

كوبلت : عنصر فلزي رمزه Co ، لونه ضارب الي الرمادي ، صلد مطيل ، وهو فلز مغناطيسي يستخدم في إنتاج السبائك وأنواع الفولاذ ، والمواد الحفازة ، والمواد المضافة في البويات .

أمثلة لسخانات المياه الشمسية (نظام السريان الطبيعي):

هذا المنتج يتكون من مجمع (اوأكثر) طبقا لسعة الخزان الحراري المصنوع من الصلب المجلفن او إستانلس ستيل ، معزول بمادة عازلة.

جدول (9) امثلة لسخانات المياه الشمسية (نظام السريان الطبيعي)

البند	السعه (لتر مياه ساخنة)			
	180	360	500	750
المجمع الشمسي (عدد)	1	2	3	4
المقاس	90 سم x 250 سم			
المساحة	2.25 م2			
السعه	4 لتر			
الوزن (فارغ)	40 كجم			
قدرة عنصر التسخين الاحتياطي	1200 واط	2000 واط	3000 واط	3000 واط

يجب مراعاة الآتي عند تركيب سخان مياه شمسي :

1 - وجود مساحة كافيه علي سطح المبني (مثلا خزان 200 لتر مياه يحتاج إلي مساحة 2 متر مربع) وأن يكون السطح معرضاً لأشعة الشمس مباشرة ، ولا يتعرض لظل مباني مجاورة او أشجار ، أي يكون المكان ملائم .

2 - تركب الواح السخان الشمسي بزاويه ميل حوالى 45 درجة وطبقاً للمكان الجغرافى ، وأن تكون متعامدة مع خط سير الشمس ما بين مشرقها وغربها .

3 - يكون مستوي خزان المياه الشمسي أقل من مستوي خزان المياه الرئيسي (العمومي الخاص بخدمة المكان).

4 - مراعاة تثبيت السخان علي قواعد سطح المبني.

5 - عمل عزل جيد لمواسير المياه الساخنة الممتدة حسب التركيبات.

6 - يكون الخزان مغلف بطبقة من العازل الحراري.

7 - مراعاة عدم تراكم الاتربة والغبار علي ألواح السخان ، بأن يتم مسحه دورياً.

8 - وزن السخان يكون في حدود 100 كجم لكل متر مكعب.

مثال للمتطلبات الفنية لمكونات "
سخان مياه شمسي مسطح (سريان طبيعي - دائرة مفتوحة)

أ. المجمع المسطح

• نوع مادة الغطاء : مصنوع من الزجاج عالي النفاذية (90%) معالج حرارياً لمقاومة الصدمات وتحمل الاختلاف في درجات الحرارة وبسمك لا يقل عن 3مم.

• المحتوي المعدني للمجمع : مصنوع من معدن المعالج (جلفنة، طلاء حرارى) ، والإطار الجانبي من قطاعات الالومنيوم المعالج ، الغطاء الخلفي من الواح الصاج المجلفن.

• الواح الماص : (الانابيب، الزعانف ، المجمع) مصنوع من النحاس ويتم طلاءه بطلاء انتقائي (selective coating).

• موانع التسريب : تكون من المطاط المقاوم للأشعه البنفسجية والحرارة من الظروف الجوية المختلفة (عدم تسرب أتربة أو مياه الي الداخل).

• العزل الحراري : المادة العازلة بين المحتوي المعدني واللوح الماص مصنوعة من الصوف الزجاجي او الصخري او الفوم او الستريوبور ، بسمك مناسب وبكثافة لا تقل عن 40 كجم/ م3.

• الحوامل المعدنية : للمجمع أوالخزان تصنع من الحديد المجلفن وتطلي بطلاء مقاوم للصدأ والعوامل الجوية ، بعد تثبيتها يجب أن تقاوم سرعات الرياح ، ويؤرض الهيكل.

ب. الخزان الحراري

• يكون من النوع الأفقي.

• يكون مرفوعاً عن مستوي النظام بواسطة قاعدة معدنية ، ويكون مستوي أدني نقطة للخزان أعلي من مستوي أعلي نقطة للمجمع أو تساويها (لتحقيق السريان الطبيعي).

• الخزان الحراري الداخلي : مصنوع من الصلب المجلفن او ستانليس ستيل بسمك لا يقل عن 3 مم ، والغطاءين مصنوعين بالسحب العميق (end dish) ، يقاوم الصدأ والعوامل المناخية المختلفة ، يتحمل درجات حرارة حتي 150°م

• السطح الداخلي للخزان : يقاوم التآكل.

• العزل الحراري : يفضل الصوف الزجاجي او الصخري أو مادة البولي يوريثين (Polyurethane) المحقون آليا لضمان عدم الفقد الحراري للمياه الساخنة - وبسمك 7 سم من جميع الجوانب ، وبكثافة 40 كجم / م3.
• الغلاف الخارجي للخزان الحراري : يصنع من الصلب المجلفن ومطلي علي الساخن بالإلكتروستاتيك.
• يزود الخزان بعمود من الماغنسيوم للحماية من تأثير التفاعل الكاثودي.
• يسمح الخزان الحراري بسهولة الملأ والتفريغ وعمليات النظافة الداخلية والصيانة الدورية ويزود الخزان بمحابس الامان والتهوية .

ج. عنصر التسخين الكهربي : يعمل أوماتيكياً بواسطة ترموستات ، مع إمكانية التحكم في عمله يدوياً ، يتم وضعه في الجزء العلوي للخزان ، تكون الحدود العليا للترموستات 35 °م ومزود بعداد لحساب القدرة الكهربائية المستهلكة .

د. الحامل المعدني : يصنع من زوايا الحديد 3x3 سم ويتم طلاؤه بالإلكتروستاتيك ليقاوم الصدأ والعوامل الجوية ، يتحمل الرياح ، ويؤرض.

هـ. أجهزة التحكم والادارة :

- صمام الامان :يعمل أوتوماتيكياً عند زيادة الضغط أو درجة الحرارة.
- صمام تسريب الهواء : (air vent) للتخلص من أي كمية هواء تعوق عملية السريان .
- صمام عدم الرجوع : عند دخول المياه الباردة .
- صمام تفريغ (relief valve).
- حساسات حرارية.

و. شبكات التغذية والتوزيع والصرف : عزل أنابيب التمديد بين كافة مكونات النظام بمادة عزل مناسبة ، تكون الانابيب من الاستانليس ستيل وتشمل جميع ملحقات التركيب (العازل الحراري من الصوف الزجاجي بسمك 1 بوصه)

مثال :

مبني إداري يعمل به 400 موظف

متوسط معدل إستهلاك الموظف الواحد خلال اليوم من المياه الساخنة = 7 لتر/ يوم

• الحمل الاقصي للمياه الساخنة = 400 x7 = 2800 لتر / يوم
• في السوق المحلي سعات السخانات الشمسية المتاحة كالآتي:

175 ، 350 ، 500 ، 550 ، 750 لتر / يوم

- باختيار سخان سعة 550 لتر / يوم

عدد السخانات المطلوبة = 2800 / 550

= 5 سخان مياه شمسي

- يتم استخدام مواسير البولي بروبلين المعزولة بالالومنيوم لتغذية خطوط المياه الساخنة :

- قطر مواسير الخطوط الرئيسية = 1 بوصه (مسارات خارج المبني)
- قطر مواسير الخطوط الفرعية = 1/2 بوصه (مسارات داخل المبني)
- عنصر مسخن الكهرباء 2000 وات

الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل السخان الشمسي يوميا = 2000 وات .ساعة

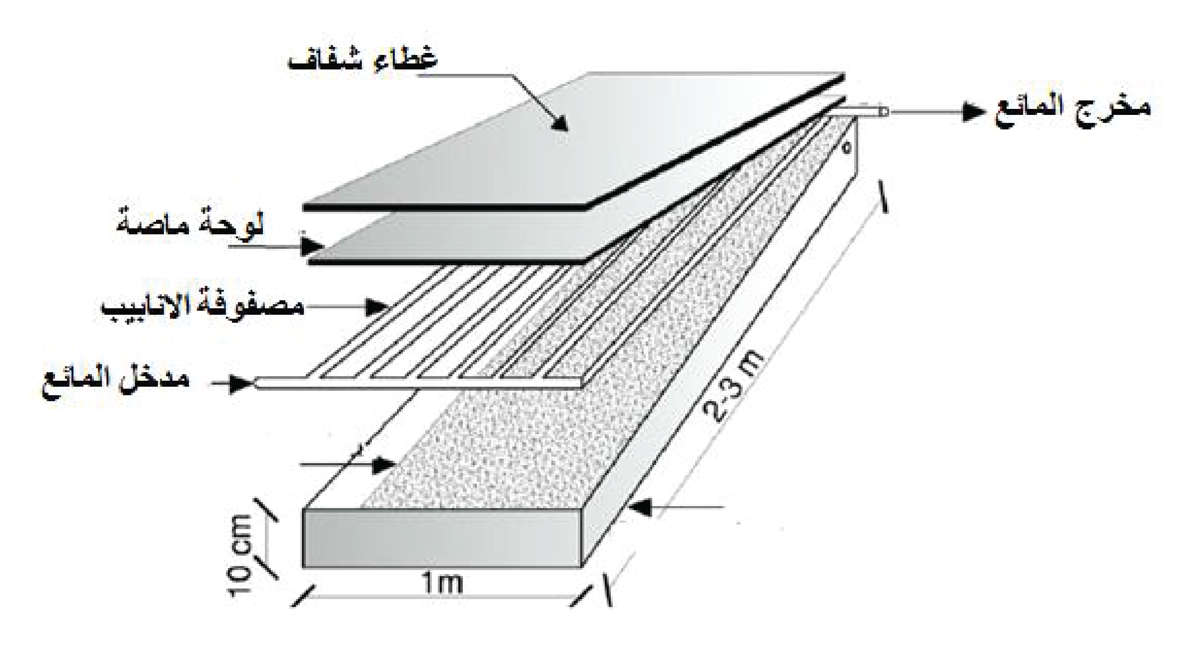
= 2 ك.و.س

الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل السخان الشمسي شهريا = 60 ك.و.س

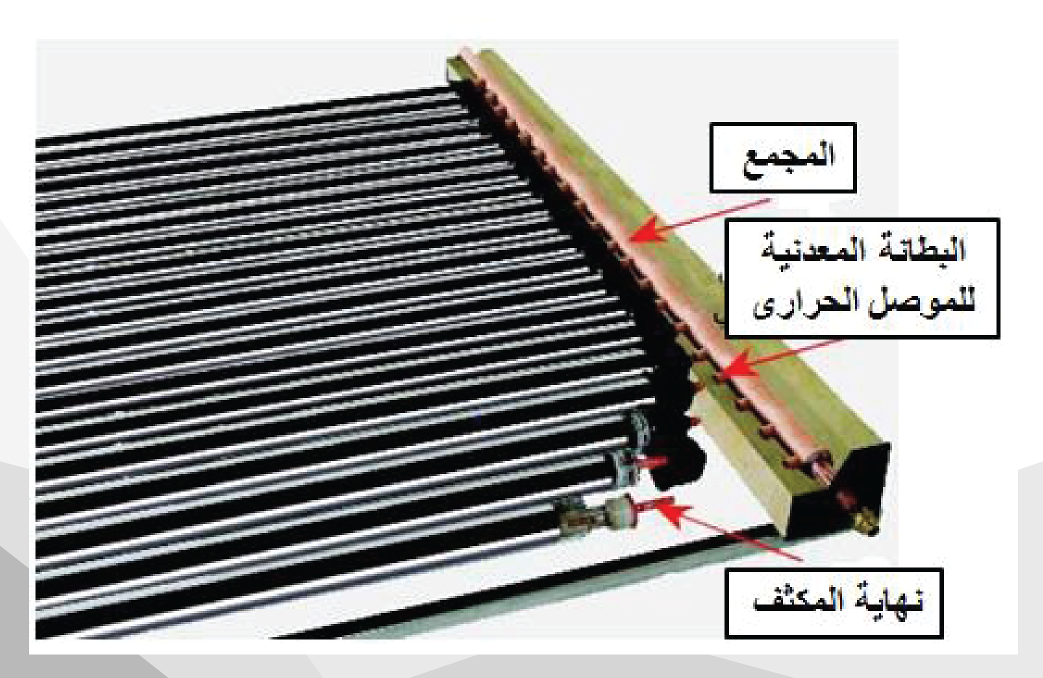
سخانات الانابيب المفرغة الشمسية
(Evacuated or vacuum tube solar heaters)

تعتبر تقنية الانابيب المفرغة ثورة في عالم تسخين المياه بالطاقة الشمسية ، حيث تستطيع تحويل أكثر من 80% من الطاقة الشمسية الساقطة علي السخان إلي طاقة حرارية منقولة الي المياه . تعتمد هذه النوعية علي نوع المجمع والذى يكون عبارة عن أنابيب مفرغة تمتص الطاقة الشمسية بكفاءة عالية وتحولها الي طاقة حرارية ، لتسخين المياه.

يتكون المجمع ، الموضح فى شكل (23) ، من مجموعة متراصه من الأنابيب الزجاجية ، الموضحة فى شكل (24) ، والمطلية بمواد تساعد علي إمتصاص أشعة الشمس الساقطة عليها ولا تعكس إلا جزء ضئيل لا يذكر منها ، كما فى شكل (25) ، وبداخلها أنبوب التسخين ، الموضح فى شكل (26) ، وهو أنبوب نحاس مفرغ (أي تم طرد الهواء من داخله) لسهولة إنتقال الحرارة ، والمسافة بينهما تكون مفرغة من الهواء حتي لا يفقد النحاس الحرارة المكتسبة بسهولة ، وبداخل الأنبوب النحاس يوجد السائل الذي هو وسيط التسخين (كمية قليلة من المياه) يستخدم نحاس صافي عالي الجودة لتصنيع الأنبوب النحاس ، لأنه إذا احتوي علي كمية من الاكسجين او أي من المواد الاخري فيمكن أن تتسرب فقاعات من الهواء في قمة الأنبوب ، وذلك يؤدي الي تحريك أسخن نقطة في أنبوب التسخين من نهاية مكثف التسخين إلي أسفل بعيداً عنه ، وهذا يسبب إنخفاض الكفاءة.



شكل (٢٣) الشكل التفصيلى لمجمع سخان الأنابيب المفرغة



شكل (٢٤) مجموعة انابيب مجمع الانابيب المفرغة



شكل (٢٥) الأنابيب المستخدمة في مجمع الأنبوب المفرغ



شكل (٢٦) أنبوب التسخين (أنبوب نحاس مفرغ)

يتألف كل أنبوب مفرغ من أنبوبتين من الزجاج (أي أنبوب زجاجي مزدوج) ، إحداهما داخل الأخري ، وتصنعان من زجاج يتميز بالمتانة ومقاومته للكسر (مثل زجاج البوروسيليكت Boro silicate) ، تتصف هذه الأنابيب بالآتي :

• الأنبوب الخارجي يكون شفاف ويسمح بمرور اشعة الشمس خلاله ، بنسبة إنعكاس قليلة جداً .

• الأنبوب الداخلي ماص للحرارة ، مطلي بطبقة سوداء خاصه مكونة من الكروم والنيكل ، والذي يمتص الاشعة الشمسية الساقطة عليه بنسبة قد تصل الي 98% قد تتجاوز درجة حرارة الأنبوب 95 °م ، بينما يظل الأنبوب الخارجي بارداً ، مما يمنع فقدان الحرارة المكتسبة.

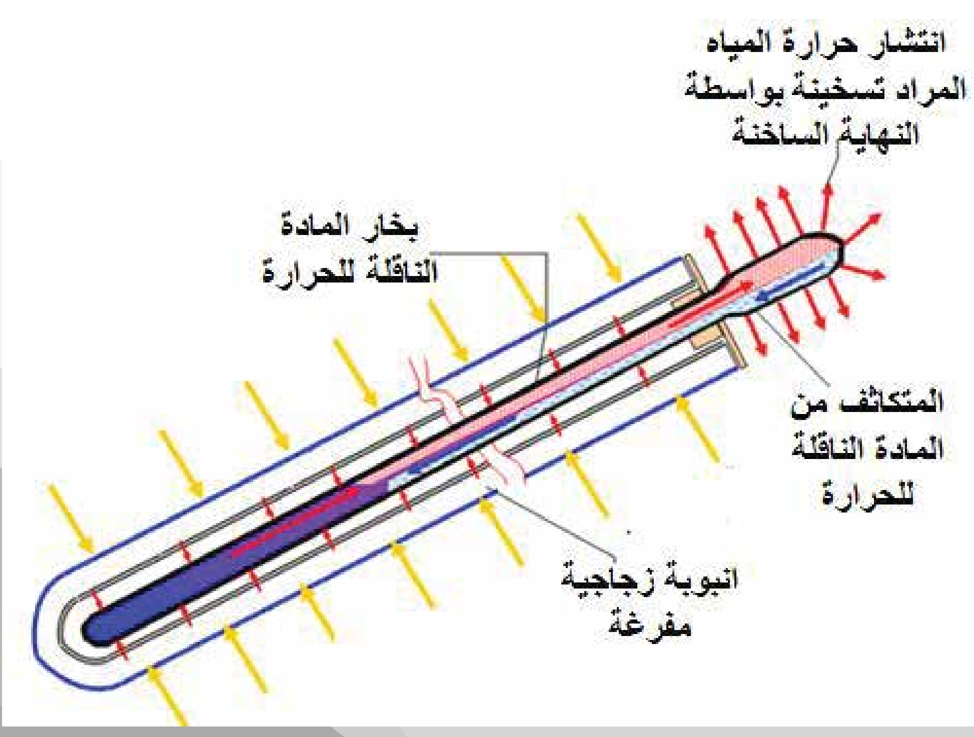
• يتم تثبيت نهايتي الأنبوبتين معاً بطريقة الصهر ، بعد تفريغ الهواء الموجود بينهما تحت درجة حرارة عالية ، وينتج عن عملية التفريغ هذه :

• وجود منطقة عزل بين الأنبوبتين.

• يمنع هذا الفراغ تسرب الطاقة الحرارية التي اكتسبتها المياه.

• وقف عمليتي "التوصيل" و "الحمل" الحراريتين.

• يسمح بوجود فرق عالي في درجات الحرارة بين الأنبوبتين الداخلية والخارجية.
كل هذا يجعل تلك الانابيب متميزة بكفاءتها وتعمل جيدا في الاجواء الباردة. ترص الأنابيب الشمسية علي التوازي ، وتعتمد زاوية ميل المجمع علي المكان والموقع ويوضح شكل (27) مقطع فى أنبوبة زجاجية مفرغة.



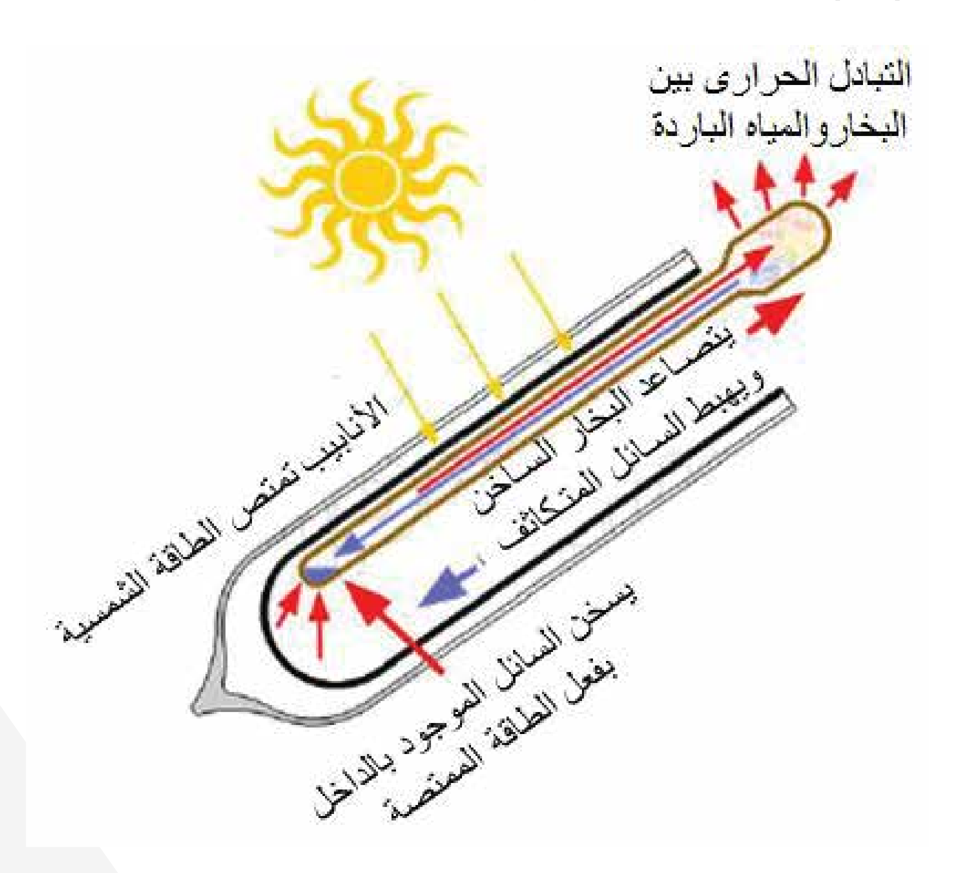
شكل (٢٧) مقطع فى أنبوبة زجاجية مفرغة

فكرة عمل سخانات الأنابيب المفرغة :

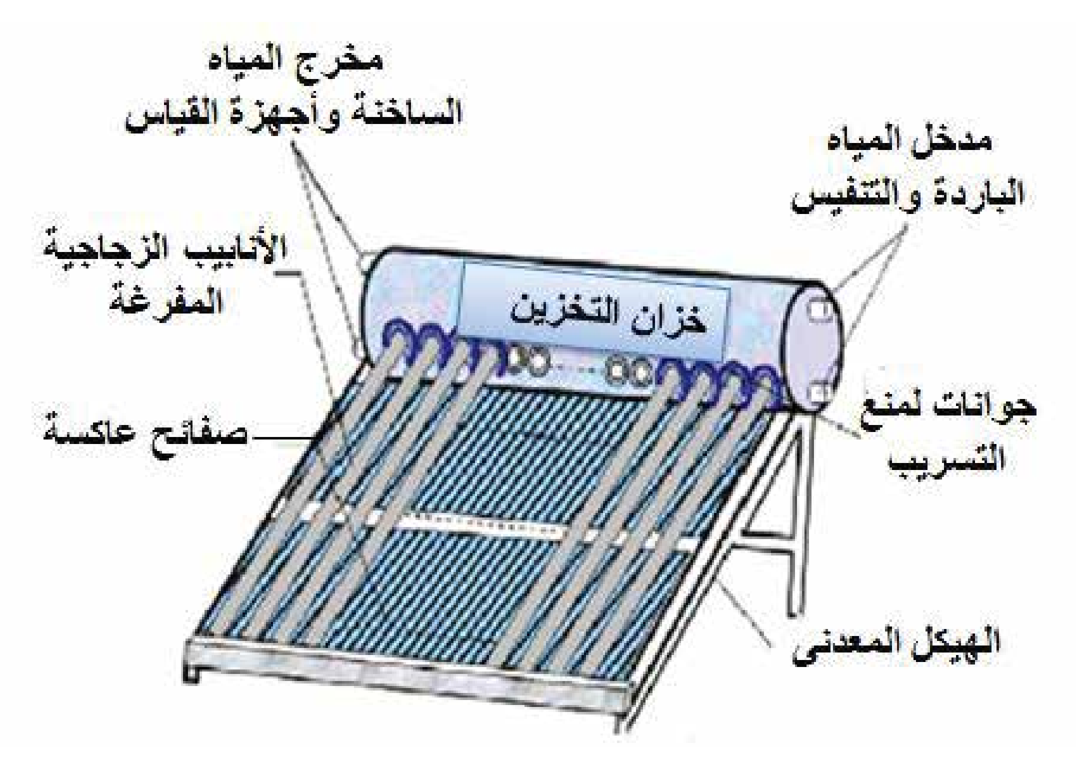
يوضح شكل (28) فكرة عمل سخان الانابيب المفرغة.

عند التعرض لحرارة الشمس ترتفع حرارة انابيب التسخين عندئذ سوف تتبخر المياه ، هذا البخار يتدفق مرتفعاً نحو قمة الأنابيب وينقل معه الحرارة ، وعند وصوله الي القمة يفقد البخار حرارته مما يؤدي لتكاثفه ويعود لحالته السائلة (عملية التكاثف هذه تؤدي الي نشر الحرارة التي ستقوم بتسخين المياه) وبعد ذلك يعود لأسفل أنابيب التسخين وهكذا تتكرر العملية .

يوضح شكل (29) سخان شمسى نظام الأنابيب المفرغة .



شكل (٢٨) فكرة عمل سخان الانابيب المفرغة



شكل (٢٩) سخان شمسى نظام الأنابيب المفرغة

مميزات سخانات الانابيب المفرغة الشمسية

- آمنه وصديقة للبيئة.
- الاحتفاظ بالحرارة لوقت طويل (لاستخدام مادة العازل الحراري "البولي يورثين Polyurethane" داخل الانابيب المفرغة)
- القدرة علي امتصاص الطاقة الشمسية بدرجة فائقة.
- سهولة التركيب.
- إقتصادية.
- تلبي احتياجات التجمعات السكنية الكبيرة بالمياه الساخنة ، كالفنادق والمستشفيات والنوادي.

مميزات المجمعات الشمسية بسخانات الانابيب المفرغة :

- تعطي درجات حرارة عالية جدا تتراوح بين 350:170 فهرنهايت (اي بين 177:77 درجة مئوية) مما يجعلها اكثر ملائمة لتطبيقات التبريد والتطبيقات التجارية الصناعية.
- لها كفاءة عالية لان الهواء بين الانابيب المتداخلة مزال ، مما يساعد علي عدم ضياع الحرارة بفعل التوصيل.
- تتيح امكانية فك كل أنبوب بسهولة وتنظيفه ثم اعادته في وضعه.
- لان الغلاف الزجاجي المفرغ مخصص للأنبوب ، لذا فإنه يمنع وصول المياه او الهواء الي جدار الأنبوب الخارجي.

مع ملاحظة أنه أكثر تكلفة من المجمعات المستويه (غالباً ضعف التكلفة).

أمثلة لسخانات مياه شمسية (نظام الانابيب المفرغة):

هذا المنتج يتكون من طبقتين من الزجاج المقوي ، تمتص الأنابيب الزجاجية أشعة الشمس وتحولها الي حرارة ، هذه الحرارة تتحول من خلال الأنابيب النحاس الي الأنابيب الزجاجية المفرغة يوضح جدول (10) خصائص هذا النوع .

جدول (10) امثلة لسخانات مياه شمسية (نظام الانابيب المفرغة)

البند	السعه (لتر مياه ساخن)			
	165	200	245	300
عدد الانابيب الزجاجية المفرغة	24	24	30	30
وصف المكونات	▪ طبقتين من معدن الاستانلس ستيل ذي مقاومة عالية للصدأ. ▪ طبقة من مادة عازلة للحرارة بسمك 5.5 سم بين طبقتي الخزان المعدني الداخلية والخارجية. ▪ عنصر تسخين.			

مثال:

يراد إمداد منزل بكمية من المياه الساخنة 150لتر

درجة حرارة الوسط الخارجي 18 ^{0}م

درجة حرارة المياه الساخنة المطلوبة 65 ^{0}م

الاشعاع الشمسي 5 ك.و.س/ م2/ يوم

احسب عدد الأنابيب المفرغة بالمجمع؟

تستخدم المعادلة التجريبية الآتية:

عدد الأنابيب المفرغة= (سعة المياه المطلوبة ×فرق درجة الحرارة)/(الاشعاع الشمسي×48)

= (48×5)/(65 – 18)×150)

= 30 أنبوب مفرغ

السخان المحتوي على 30 أنبوب مفرغ تكون مساحته التقريبية 2م2 ، أي أن:

{ (5 ك.و.س/ م2/ يوم)×2م2 } = 10 ك.و.س / اليوم تستخدم لرفع درجة حرارة المياه من 18 م^{0} إلى 65م^{0} .

مثال:

مصنع ينتج 1.4 م3/يوم مياه ساخنه لغسيل منتج معين به، وذلك بإستخدام مبادلات حرارية تعمل بالوقود الأحفورى . مطلوب إستبدالهم بسخانات شمسية؟

متاح بالأسواق سخانات مياه شمسية بسعات 300 ، 450 لتر مياه ساخنة / اليوم

الحمل اليومى للمصنع = 1.4 م3 / يوم

سعة السخان الشمسى المختار = 450 لتر = 0.45م3

عدد السخانات الشمسية = 1.4 ÷ 0.45 = 3 سخانات

كل سخان شمسى يحتوى على 3مجمعات (مساحة المجمع 1م x2م)

إجمالى مساحة المجمعات = 3 (1م X2م) X 3 سخانات

= 18 م2

كيفية تقدير حجم السخان:

- في المنطقة العربية ، نحصل من الشمس على ثابت شمسي 1 ك.و/ م2 وبفرض أن كفاءة سخان المياه الشمسي 50% (أي يمكن للسخان إستغلال حوالي 50% من الطاقة الشمسية الساقطة عليه)، فإن:

قدرة سخانات المياه الكهربي المكافئ (ك.و)	مساحة المجمع الشمسي (م2)
1	2
0.65	1.3

أي أنه عند استخدام سخان مياه شمسي بمساحة مجمع 1.3م2 وتسقط عليه الشمس لمدة 4 ساعات فإنه يوفر في إستهلاك الطاقة الكهربائية:

4 ساعات ×0.65 ك.و = 2.6 ك.و.س

- عادة يتم ملئ وتفريغ المياه داخل خزان السخان عدة مرات في اليوم، وتصل إلى 4 مرات صيفا ومرتين في الشتاء.

- يعتمد اختيار الحجم المطلوب على عدد الأفراد مع الأخذ في الإعتبار عدد دورات المياه بالنسبة للنظام المنزلي.

- طبقا للمواصفة القياسية لأعمال السباكة فإن الأسرة المكونة من 4 إلى 6 أفراد تستخدم 200 إلى 300 لتر يوميا (أي 50 لتر للفرد).

- يعطي السخان الشمسي مياه ساخنة يومياً بمعدل يساوي سعة الخزان ومتوسط درجة حرارة تتراوح بين 55 م^0 ، 60 م^0

الإعتبارات الفنية الواجبة عند اختيار وتركيب سخان شمسي:

- **يعتمد اختيار نوع السخان الشمسي على:**

- طبيعية إستهلاك المياه الساخنه.

- نوعية المياه المتاحة.

- كمية المياه المطلوبة للاستعمال اليومي.

· سعة خزان التخزين والتي تمثل كمية المياه المطلوبة للإستعمال (إعتماداً على عدد الأفراد بالمكان).

معدل إستهلاك الفرد من المياه للإستخدام المنزلي = 50-40 لتر مياه/اليوم

معدل إستهلاك الفرد من المياه للإستخدام المكتبي = 7 لتر مياه/اليوم

· ميل المجمع الشمسي والتي تتناسب مع الموقع الجغرافي للمكان.

· تثبيت السخان الشمسي بإحكام وأن يكون مواجهاً للجنوب.

- ألا يتعرض السخان للظلال بقدر الامكان من المباني المجاورة.
- تغطية أسطح المجمعات الشمسية عند عدم الإستخدام لفترات طويلة.
- العناية بأعمال الصيانة الدورية أو عند حدوث عطل أو مشكلة.
- درجة الحرارة وكمية المياه الساخنة المطلوبة.
- مدى التغير في درجات الحرارة المحيطة وفي الإشعاع الشمسي بين الصيف والشتاء.

- المشاركة الشمسية السنوية (Annual Solar Fraction SF%) هي نسبة التوفير السنوي في الطاقة المستهلكة نتيجة إستخدام السخان الشمسي والتي يتم الحصول عليها أثناء اختبارات الجودة الخاصة بالسخانات الشمسية.

فمثلا إذا ذكر أن:

"سخان مياه شمسي سعة 150 لتر/اليوم بمشاركة شمسية سنوية 5% ∓ 93%"

فإن ذلك يعني أن هذا السخان يوفر سنويا 93% من كمية الطاقة المطلوبة لتسخين كمية مياه 150 لتر في اليوم.

ففي المثال بصفحة (9)

- الطاقة الكهربائية المستهلكة سنويا = (164 ك.و.س/الشهر)×12 شهر
= 1968 ك و. س/السنة

الوفر السنوي في الطاقة الكهربائية = 1968×93%= 1830 ك.و.س/السنة

الاحتياجات من الطاقة الشمسية حسب درجات الحرارة المطلوبة للمياه:

- دافئة لحمامات السباحة (أقل من 50 درجة مئوية).
- ساخنة للإستعمال المنزلي (من 60 إلى 80 درجة مئوية).
- مغلية للحصول على بخار لإنتاج الكهرباء.

وهذا يعتمد على قدرة السخان الشمسي وتصميمه.

درجات الحرارة حسب نوع سخان المياه الشمسي:

- المجمعات الشمسية بالأنابيب المفرغة حوالى 77 : 177 درجة مئوية .
- المجمعات الشمسية المسطحة حوالي 80:50 درجة مئوية.

المراجع

المراجع

1. http://buildersontario.com/solar-water-heater
2. http://kawngroup.com/hot-water-pipe
3. http://inspectapedia.com/plumbing/Water_Heater_An ode.php
4. http://citywideplumbingpros.com/blog/anode-rod-for-wa-ter-heater
5. http://www.ejiasolar.com/flat-panel-solar-water-heater
6. http://www.projects.juliantrubin.com/science_fair_pro-ject/renewableenergy/solar_collector_1.html
7. http://www.alternative-energy-tutorials.com/solar-hot-wa-ter /flat-plate-collector.html
8. http://www.alternative-energy-tutorials.com/solar-hot-wa-ter/evacuated-tube-collector.html
9. http://www.green-the-world.net/passive_solar_water_ heater.html

10.www.renewables-made-in-germany.com

11.https://ar.aliexpress.com/w/Wholesale-instant-electric-wa-ter-heater.html

12.https://twitter.com/majedmohaimeed/sta-tus/520996269150326784

13.https://arabic.alibaba.com/product-detail

ssobld3-water-heater-tap-electric-instant-hot-wa-ter-tap-1491283225.html

14.https://arabic.alibaba.com/product-detail/fast-tank-less-instant-electric-hot-water-heater-shower-heater-cz-910-450543114.html

15.http://stroifaq.com/ar/garden-and- structure/pool/commu-nications-2

water-supply/Which-is-better-to-choose-a-water-heater.html

16.https://www.ts3a.com/bi2a/?p=32

17.https://ar.wikipedia.org/wiki

18.http://www.acropol.com.eg/ar/faq.php

19.http://www.khayma.com/madina/m1-eng/heater3.htm

20.http://old.dotmsr.com/ar/704/1/40391

21.http://era-solar.com

22.http://learn-myself.com/ar/choose-a-water-heater-7311

23.http://www.solaregypt.com/arabic_site/solarh_ar.html

24.https://www.facebook.com/notes

25.https://sites.google.com/site/e4poor/solar/sWh

26.https://nasrsolar.com

27.https://ar.aliexpress.com/w/Wholesale-instant-electric-water-heater.html

28.http://www.almuhands.org/forum/archive/index-.php/t-114302.html

29.http://www.7snai3.com/7356

30.http://inspectapedia.com/Energy/Hot_Water_Heater_Timers.php

31. المواصفات القياسية المصرية م ق م 5806 لسنة 2007

"كفاءة استهلاك الطاقة للأجهزة المنزلية الكهربائية وما شابهها – طرق قياس وحساب كفاءة إستهلاك الطاقة لسخانات المياه"

